

Bertschek, Irene et al.

Research Report

Metastudie zur Bestandsaufnahme des Digitalen Ökosystems NRW: Für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

ZEW-Gutachten

Provided in Cooperation with:

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

Suggested Citation: Bertschek, Irene et al. (2018) : Metastudie zur Bestandsaufnahme des Digitalen Ökosystems NRW: Für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, ZEW-Gutachten, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/180898>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Metastudie zur Bestandsaufnahme des Digitalen Ökosystems NRW

für das Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie des Landes
Nordrhein-Westfalen

Mannheim, 30. April 2018

Projektteam:

Prof. Dr. Irene Bertschek

Dr. Wolfgang Briglauer

Dr. Daniel Erdsiek

Reinhold Kesler

Dr. Thomas Niebel

Unter Mitarbeit von:

Dr. Johannes Bersch, Julia Bartel, Marcus Klein, Martin Reinhard

Inhalt

Abbildungen	iii
Tabellen	vi
1 Das Wichtigste in Kürze.....	1
2 Motivation und Zielsetzung der Studie	4
3 Infrastruktur: Breitbandausbau, Elektromobilität	5
3.1 Breitbandausbau	7
3.2 Fazit zum Thema Breitbandausbau	13
3.3 Elektromobilität	15
3.4 Fazit zum Thema Elektromobilität	21
4 Digitale Bildung, Forschung und Entwicklung	25
4.1 Digitale Bildung.....	25
4.1.1 Medienkompetenz	26
4.1.2 MINT-Fachkräfte.....	29
4.1.3 Weiterbildung.....	33
4.2 Forschung und Entwicklung.....	36
4.3 Fazit zum Thema Digitale Bildung, Forschung und Entwicklung.....	40
5 Digitale Verwaltung.....	43
5.1 Fazit zum Thema Digitale Verwaltung	49
6 Digitales Gesundheitswesen	50
6.1 Akzeptanz von digitalen Lösungen im Gesundheitswesen	53
6.2 Big Data im Gesundheitswesen.....	55
6.3 Gesundheits-Apps	55
6.4 Digitale Gesundheitswirtschaft.....	57

6.5	Fazit zum Thema Digitales Gesundheitswesen	58
7	Digitale Transformation der Wirtschaft, Start-ups / Gründungen.....	60
7.1	Die Digitalisierung der Wirtschaft.....	60
7.2	Die Digitalisierung der Wirtschaft in NRW.....	62
7.3	Unternehmensgründungen	66
7.4	Fazit zum Thema Wirtschaft, Start-ups / Gründungen	71
8	IT-Sicherheit	74
8.1	IT-Sicherheit der Verbraucher	74
8.2	IT-Sicherheit der Unternehmen.....	76
8.3	IT-Sicherheit in der öffentlichen Verwaltung	78
8.4	Fazit zum Thema IT-Sicherheit.....	80
9	Anhang	81
9.1	Tabellen.....	81
9.2	Abbildungen.....	91
10	Literaturverzeichnis	100

Abbildungen

Abb. 3-1: Breitbandverfügbarkeit nach Anschlusstechnologien in % der Haushalte bzw. je 10.000 Einwohner bei WLAN-Hotspots (Stand: Mitte 2017)	9
Abb. 3-2: Breitbandverfügbarkeit über alle Anschlusstechnologien \geq 50 Mbit/s in % der Haushalte nach Gemeindeprägung (Stand: Mitte 2017)	10
Abb. 3-3: Verfügbarkeit an Gewerbestandorten in % der Firmen (Stand: Mitte 2017)	11
Abb. 3-4: Verfügbarkeit von FTTx Breitbandinfrastrukturen in den EU Mitgliedsstaaten unterteilt nach „Gesamt“ und „Land“ (Stand: Juni 2016, Quelle: Europäische Kommission, 2017)	12
Abb. 3-5: Verfügbarkeit von FTTH/FTTB Breitbandinfrastrukturen in den EU Mitgliedsstaaten unterteilt nach „Gesamt“ und „Land“ (Stand: Juni 2016, Quelle: Europäische Kommission, 2017)	12
Abb. 3-6: Anzahl der Zulassungen bei Elektroautos für ausgewählte Europäische Länder mit insgesamt mindestens 1000 Neuzulassungen in 2017	16
Abb. 3-7: Bestand an Elektroautos nach Bundesländern	17
Abb. 3-8: Bestand an öffentlich zugänglichen Ladepunkten nach Bundesländern	18
Abb. 3-9: Öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge je Gemeinde (Stand: 30.6.2017)	19
Abb. 3-10: Ladepunkte und Elektrofahrzeuge im Vergleich NRW vs. Bund (Werte je 10.000 Einwohner, Einwohnerzahlen stammen vom Statistischen Bundesamt zum 31.12.2016)	20
Abb. 4-1: Indikatoren für Digitale Bildung	33
Abb. 4-2: Indikatoren für Weiterbildung	36
Abb. 4-3: Indikatoren für Forschung und Entwicklung	40
Abb. 4-4: Indikatoren Digitale Bildung sowie Forschung und Entwicklung	42
Abb. 5-1: Index zur Digitalisierung öffentlicher Dienste (DESI) nach EU-Mitgliedstaaten	43
Abb. 5-2: Index Digitale Kommune nach Bundesländern	47
Abb. 5-3: Nutzung von E-Government auf Haushaltsebene nach Bundesländern	48
Abb. 5-4: Indikatoren für digitale Verwaltung	49

Abb. 6-1: Darstellung und Abgrenzung von Anwendungsarten der Digitalisierung im Gesundheitswesen	51
Abb. 6-2: Anzahl der Apps und Entwickler in Kategorien Gesundheit & Fitness sowie Medizin	56
Abb. 6-3: Umsatzanteil der Digitalen Gesundheitswirtschaft am Gesamtumsatz je Bundesland in Prozent – Bezugsjahr 2013	57
Abb. 6-4: Indikatoren Digitales Gesundheitswesen	59
Abb. 7-1: DESI (Digital Economy and Society) Index 2016, Dimension „Integration der Digitaltechnik“ mit zwei Subdimensionen Digitalisierung der Geschäftsprozesse und E-Commerce	60
Abb. 7-2: Wirtschaftsindex DIGITAL 2017, nach Branchen.....	61
Abb. 7-3: Digitalisierungsindex der Fachhochschule Mittelstand.....	64
Abb. 7-4: Durch Digitalisierung erreichte Ziele, aktuell kooperierende Unternehmen vs. nicht-kooperierende Unternehmen	66
Abb. 7-5: Gründungsraten im internationalen Vergleich 2015, in Prozent	67
Abb. 7-6: Gründungsraten nach Bundesländern 2014-2016, in Prozent	67
Abb. 7-7: Gründungsdynamik Index, 2002 bis 2016, NRW	68
Abb. 7-8: Gründungsintensität, Durchschnitt 2014 bis 2016, NRW	69
Abb. 7-9: Schließungsraten, Durchschnitt 2014 bis 2016, NRW	70
Abb. 7-10: Indikatoren für die digitale Transformation der Wirtschaft, Start-ups / Gründungen	73
Abb. 8-1: Index der digitalen Sicherheitslage der Verbraucher nach Bundesländern im Jahr 2016	75
Abb. 8-2: Anzahl der Teilnehmer der Allianz für Cyber-Sicherheit (pro 100.000 Unternehmen) nach Bundesländern	77
Abb. 8-3: Anteil der kommunalen Webseiten, die eine https-verschlüsselte Verbindung erzwingen	79
Abb. 8-4: Indikatoren IT-Sicherheit.....	80
Abb. 9-1: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht.....	91
Abb. 9-2: FuE-Intensität im internationalen Vergleich, 2006-2016	92

Abb. 9-3: E-Government-Projekte nach Bundesländern	93
Abb. 9-4: Index Digitale Kommune nach Einzelindikatoren und Bundesländern	93
Abb. 9-5: Index des relativen Suchvolumens auf Google nach den Begriffen und Bundesländern	94
Abb. 9-6: Informationsfreiheitsanfragen nach Status und Bundesländern.....	95
Abb. 9-7: Anzahl der Apps nach Kategorien Gesundheit & Fitness und Medizin	95
Abb. 9-8: Anzahl der Apps über 1.000 und über 10.000 Installationen	96
Abb. 9-9: Anteile der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Branchen in NRW im Jahr 2016	96
Abb. 9-10: Gründungsraten (Anzahl Gründungen als Anteil am Unternehmensbestand) auf Bundesebene, Mittelwert 2014-2016	97
Abb. 9-11: Veränderung der Gefährdung durch Cyberangriffe in Unternehmen in Baden-Württemberg in den letzten 3 Jahren, 2017	97
Abb. 9-12: Anteil für IT-Sicherheit am IT-Budget in Unternehmen in Baden-Württemberg – Bezugsjahr 2017	98
Abb. 9-13: Index des relativen Suchvolumens auf Google nach dem Begriff „Meltdown“ nach Bundesländern	98
Abb. 9-14: Anzahl der Unternehmen, die IT-Sicherheitsberatung anbieten (pro 100.000 Unternehmen) nach Bundesländern	99

Tabellen

Tab. 7-1: Digitalisierungsindex der Fachhochschule Mittelstand.....	64
Tab. 7-2: Wagniskapitalanbieter nach Sitz und Klasse, 2015.....	71
Tab. 9-1: Ergebnisse des Länderindikators Schule digital 2016 und 2017 in NRW....	81
Tab. 9-2: Auszubildende in MINT-Berufen in 2017, NRW und Bund.....	82
Tab. 9-3: Studienanfänger/innen im MINT-Bereich (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern.....	83
Tab. 9-4: Studienanfänger/innen in Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern.....	84
Tab. 9-5: Studienanfänger/innen in ausgewählten Fächern der Ingenieurwissenschaften (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern.....	85
Tab. 9-6: Zehn beliebteste Fächer im MINT-Bereich in NRW, nach Zahl der Studierenden in 2015	86
Tab. 9-7: Interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Prozent des jeweiligen BIP, nach Sektoren und Bundesländern in 2015	87
Tab. 9-8: Interne FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, NRW und Bund in 2015.....	88
Tab. 9-9: FuE-Personal pro 1.000 Einwohner, nach Sektoren und Bundesländern in 2015	89
Tab. 9-10: Patentanmeldungen und wissenschaftliche Publikationen, nach Bundesländern in 2015.....	90
Tab. 9-11: Digitalisierungsindex NRW nach Regionen.....	90

1 Das Wichtigste in Kürze

Breitbandausbau

Hinsichtlich der in der Digitalen Agenda der Bundesregierung formulierten Zielsetzung, bis Ende 2018 alle Haushalte mit Breitbandanschlüssen von ≥ 50 Mbit/s zu versorgen, zeigt sich sowohl im Durchschnitt der Bundesländer als auch für NRW, dass dieses Ziel insbesondere für den ländlichen Raum nicht erreicht werden wird, obwohl NRW einen deutlich höheren Haushaltsversorgungsgrad aufweist als der Bundesdurchschnitt. Öffentliche Fördermaßnahmen und Subventionen wie sie in NRW mit dem sogenannten „Wirtschaftlichkeitslückenmodell“ bei der Erschließung unterversorgter Gebiete angewandt wurden, sind deshalb auch in Zukunft wichtig. Beim Glasfaserausbau, den die Koalition in NRW mit dem „Gigabit-first“-Ansatz forciert, besteht noch sehr viel Aufholbedarf. Hier sollten entsprechende Anreize für Investitionen auf der Anbieterseite gesetzt werden, z.B. durch den Übergang von ex ante-Regulierung zu ex post-Regulierung. Gleichzeitig sollte die Nachfrage nach schnellem Internet stimuliert werden, um Überkapazitäten zu vermeiden.

Elektromobilität

Laut Koalitionsvertrag soll NRW zu einem führenden Land im Bereich der Elektromobilität werden. In Hinblick auf absolute Zahlen, sowohl bei Elektroautos als auch bei den Ladepunkten, kann dieser Anspruch auch geltend gemacht werden. Normiert auf die Bevölkerungsgröße liegen die jeweiligen Werte jedoch teils deutlich unter dem Durchschnitt der Bundesländer. Analog zur Forcierung hochleistungsfähiger Gigabitnetze sollten angebots- als auch nachfrageseitige Fördermaßnahmen initiiert und Rahmenbedingungen gesetzt werden, um sowohl einen flächendeckenden Ausbau der Ladeinfrastruktur zu erzielen und gleichzeitig eine hinreichende nachfrageseitige Adoption von Elektroautos zu gewährleisten. Eine besondere regulierungspolitische Herausforderung stellt die Koordination und Integration mit den relevanten Energiemärkten dar, sodass Stromversorgungsprobleme vermieden werden und Autobatterien als Stromspeicher selbst idealerweise einen Beitrag zur Stromnetzstabilisierung leisten könnten.

Digitale Bildung

Die Medienbildung ist in den Kernlehrplänen in NRW bislang nur schwach verankert. Vielmehr liegt die Zuständigkeit bei den Schulen, die zur Erstellung individueller Medienkonzepte verpflichtet sind. Beim Länderindikator ‚Schule digital‘ sowie im Ranking des allgemeinen Bildungsmonitors unterschreitet NRW jeweils den Bundesdurchschnitt. Beim Thema der für die Digitalisierung so wichtigen MINT-Experten schneidet NRW aufgrund seiner dichten Hochschullandschaft vergleichsweise gut ab. So ist die Zahl der Studienanfänger/innen im MINT-Bereich in keinem anderen Bundesland höher, während jedoch der Anteil an allen Studienanfänger/innen vor Ort in NRW etwa im Bundesdurchschnitt liegt. Beim Thema Weiterbildung liegt NRW bei Teilnahme wie auch bei Angeboten eher unterhalb des Bundesdurchschnittes, gleichzeitig sind die Bildungsausgaben überdurchschnittlich hoch. Um die Digitalisierungs-Aktivitäten von Hochschulen zu unterstützen, wurde Ende 2016 mit der „Digitalen Hochschule NRW“ eine neue Plattform gegründet. Darüber hinaus zielt das

Programm „Fellowships für Innovationen in der digitalen Lehre“ auf die Entwicklung und Erprobung digital gestützter Lehr- und Prüfungsformate ab.

Forschung und Entwicklung

Im Vergleich zu den anderen Bundesländern weisen verschiedene Indikatoren, wie z.B. die Zahl der Patentanmeldungen pro Einwohner, auf eine unterdurchschnittliche Leistung NRWs im Bereich Forschung und Entwicklung hin. Dies könnte u.a. auf die Branchenstruktur NRWs zurückzuführen sein, bedürfte aber weitergehender Analysen. Da erfolgreiche FuE-Aktivitäten für die optimale Nutzung der neuen Möglichkeiten durch die Digitalisierung und für die Entwicklung innovativer Technologien entscheidend sind, könnten zu geringe FuE-Investitionen dazu führen, dass die Wachstumspotenziale der Digitalisierung nicht voll ausgeschöpft werden. Im Rahmen des Förder-Pakets OP EFRE NRW und des Förderwettbewerbs „Forschungsinfrastrukturen“ verfolgt die Landesregierung NRW das Ziel, das Forschungs- und Innovationspotenzial zu stärken und auszubauen. Um die potenziellen Erfolge dieser Bemühungen messen und einordnen zu können, könnten begleitende Evaluationsstudien einen wichtigen Beitrag leisten.

Digitale Verwaltung

NRW erreicht im Vergleich mit den anderen Bundesländern überdurchschnittliche Werte hinsichtlich der digitalen Verwaltung und deren Interaktion mit Bürgern und Unternehmen. Die Verwaltungen des Landes verfügen demnach über mehr digitale Angebote und eine leicht höhere Nachfrage nach diesen. Zudem besteht ein gesteigertes Interesse an neuen E-Government-Anwendungen sowie an einer Teilhabe seitens der Bevölkerung. Allerdings befindet sich E-Government in Deutschland insgesamt, auch im internationalen Vergleich, sowohl hinsichtlich Angebot als auch Nachfrage noch immer auf einem sehr geringen Niveau wie der 20. Platz bei der Digitalisierung öffentlicher Dienste innerhalb der EU-Mitgliedsländer zeigt. Vielversprechende Instrumente wie Servicekonto.NRW, Open.NRW und digitale Modellkommunen, die von Studien identifizierte Hemmnisse adressieren, könnten die digitale Verwaltung in NRW auf ein allgemein höheres Niveau heben.

Gesundheit

Beim Thema E-Health liegt NRW im Bundesländervergleich, soweit sich dies mit einer sehr begrenzten Zahl an Indikatoren bewerten lässt, im oberen Mittelfeld. Bei der Anzahl an Gesundheits-Apps von Entwicklern aus NRW sowie der Verbreitung dieser Gesundheits-Apps unterschreitet NRW knapp den Durchschnitt der Bundesländer. Im Gegensatz dazu verzeichnet NRW bei den Umsatzanteilen der Digitalen Gesundheitswirtschaft deutlich überdurchschnittliche Werte. Das Ziel, eine flächendeckende Vernetzung der Einrichtungen sowie der Akteure im Gesundheitswesen zu erreichen, wird im Rahmen der Landesinitiative eGesundheit.nrw verfolgt. Zudem hat NRW die Chancen und Potenziale der Telemedizin erkannt und die Projektgruppe Telemedizin in der Landesregierung geschaffen sowie das Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH (ZTG) gegründet. Allerdings steht Deutschland insgesamt im Bereich der Digitalisierung des Gesundheitswesens noch vor großen Herausforderungen.

Wirtschaft

Bei der Digitalisierung der Wirtschaft liegt NRW beim Bundesländervergleich im Mittelfeld, was nicht zuletzt die Wirtschaftsstruktur NRWs widerspiegeln dürfte. Die industrienahen Dienstleistungen weisen demnach im Vergleich zu Handwerk und Industrie den höchsten Digitalisierungsgrad auf. Dieser ist besonders ausgeprägt im Bereich der IT-Infrastruktur. Hingegen besteht in Bereichen wie Wertschöpfung, Produktion und Leistungserstellung, Marketing und Vertrieb über alle Branchenaggregate hinweg noch viel Potenzial für Digitalisierung. Ausgehend von einer traditionell industriegeprägten Wirtschaft in NRW bieten Industrie 4.0-Technologien große Chancen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Dienstleistungssektor mittlerweile 72 Prozent der Wirtschaftsaktivität in NRW ausmacht. Die Chancen, die die Digitalisierung unternehmensnaher und industrienaher Dienstleistungen bieten, sind insofern nicht zu vernachlässigen. Breitbandausbau, digitale Kompetenzen der Beschäftigten sowie klare Regeln bei Datenschutz und Datensicherheit begünstigen die Digitalisierung. Die Fortsetzung der Initiative „Wirtschaft und Arbeit 4.0“ mit einem Schwerpunkt auf die Qualifikation der Beschäftigten stellt hier wichtige Weichen. Auch Transparenz und Bereitstellung von Informationen über die Chancen der Digitalisierung tragen dazu bei, den Nutzen von Investitionen zu verdeutlichen. Hier können Initiativen wie „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ Impulse setzen und Möglichkeiten für Kooperationen eröffnen, die für die Digitalisierung sehr wichtig sind.

Gründungen

Die Gründungsdynamik in NRW unterscheidet sich kaum von der auf Bundesebene oder von der in Baden-Württemberg. Trotz rückläufiger Gründungsraten weist die IKT-Branche in NRW eine hohe Gründungsrate im Vergleich zu anderen Branchen auf. Diese wird getrieben durch die IKT-Dienstleister. Die Bereitstellung von Wagniskapital ist essenziell für die Unterstützung von Gründungsaktivität und Unternehmenswachstum. Zwar haben die Volumina von Wagniskapital-Transaktionen nach der Krise im Vergleich zu vor der Krise auch in NRW zugenommen, gleichwohl gilt es weitere Anreize für die Bereitstellung insbesondere von privatem Wagniskapital zu setzen.

IT-Sicherheit

NRW liegt entsprechend der hier verwendeten Indikatoren zur Cyber-Sicherheit fast ausnahmslos und zum Teil auch sehr deutlich über dem Durchschnitt der Bundesländer. Insbesondere das Sicherheitsbewusstsein der öffentlichen Verwaltung auf kommunaler Ebene, gemessen am Anteil der kommunalen Webseiten, die eine verschlüsselte Verbindung auf Basis des https-Protokolls erzwingen, scheint in NRW stark ausgeprägt. Allerdings bedarf es beim Thema Cyber-Sicherheit auf Ebene der Bundesländer einer Verbesserung der Datenlage, um zukunftsweisende Entscheidungen auf einer validen Informationsbasis treffen zu können.

Für das Land NRW bestehen in allen hier untersuchten Bereichen, zum Teil in erheblichem Umfang, Ausbaupotenziale. Wichtig ist es den jeweils gesetzten Zielerreichungsgrad regelmäßig zu überprüfen sowie neue Initiativen und Maßnahmen zu evaluieren. Insbesondere bei den Themen Gesundheit und IT-Sicherheit bedarf es zudem einer Verbesserung der Datenbasis.

2 Motivation und Zielsetzung der Studie

Die Digitale Transformation zeichnet sich durch zahlreiche Dimensionen aus. Sie reicht von der Infrastruktur in Form des Breitbandinternets über digitale Technologien wie Computer und Unternehmenssoftware bis hin zu neuen Anwendungen wie Big Data, Mobile Apps und Künstliche Intelligenz. Die Vielfalt an Funktionen impliziert Einsatzmöglichkeiten in allen Bereichen von Wirtschaft, Gesellschaft und öffentlicher Verwaltung. Chancen bestehen darin, dass Arbeits- und Geschäftsprozesse effizienter gestaltet werden können, Informationen überall abrufbar sind und neue Dienste entstehen, wie beispielsweise in der Versorgung mit Gesundheitsleistungen. Demgegenüber stehen Herausforderungen wie die Qualifikation von Arbeitskräften oder die Sicherung von Daten und IT-Infrastrukturen.

Ziel dieser Metastudie ist es, eine Bestandsaufnahme der Stärken und Schwächen des Digitalen Ökosystems von Nordrhein-Westfalen vorzunehmen. Dabei soll auf die folgenden sechs Schwerpunktthemen eingegangen werden:

- Infrastruktur: Breitbandausbau, Elektromobilität
- Digitale Bildung, Forschung und Entwicklung
- Digitale Verwaltung
- Digitales Gesundheitswesen
- Digitale Transformation der Wirtschaft, Start-ups / Gründungen
- IT-Sicherheit

Zu jedem dieser sechs Schwerpunktthemen werden die Ausgangssituation allgemein auf Basis von bestehenden Studien dargestellt, die Situation in Nordrhein-Westfalen, soweit möglich, beleuchtet, Stärken und Schwächen sowie Chancen und Herausforderungen für das Land Nordrhein-Westfalen dargestellt und in einem Fazit zusammengefasst.

3 Infrastruktur: Breitbandausbau, Elektromobilität

Die *Digitalisierung der Wirtschaft* ist, im Gegensatz zur Phase der Computerisierung in den 1990er Jahren und der Phase der Internetverbreitung in den 2000er Jahren, vor allem durch die zunehmende Leistungsfähigkeit des Internets, die Entstehung digitaler Plattformen und Dienste sowie durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung wirtschaftlicher Prozesse in allen Branchen gekennzeichnet. Investitionen in sich stetig verbessernde Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) waren dafür eine wesentliche Voraussetzung und in den letzten Jahrzehnten auch für einen Teil des Wirtschaftswachstums verantwortlich. Die IKT-Branche beinhaltet dabei insbesondere die relevanten Telekommunikationsinfrastrukturen sowie IKT-Hardware und IKT-Dienstleistungen. Aus Anwenderperspektive ist die Digitalisierung der Wirtschaft jedoch nicht auf die IKT-Branche beschränkt, sondern erfasst alle Wirtschaftsbereiche (Bertschek et al., 2016a, S. 2-4).

Einen Überblick über Ergebnisse von Studien zu gesamtwirtschaftlichen Wirkungen von IKT enthält der Artikel von Cardona et al. (2013). Hierin zeigt sich, dass die Relevanz des IKT-Sektors sowie der Investitionen in IKT für die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität empirisch gut belegt ist. Bertschek et al. (2016b) ergänzen den IKT bezogenen Überblick in Cardona et al. (2013) mit Fokus auf die Auswirkungen von internetfähigen Kommunikationsinfrastrukturen, die gemäß der zuvor dargelegten Definition von IKT einen (zentralen) Teil des IKT Kapitalstocks darstellen. In Bertschek et al. (2016b) werden die relevanten empirischen Untersuchungen zur Bedeutung von festnetzgebundenen und mobilen Telefonie- und Internetverbindungen im Hinblick auf wesentliche ökonomische Zielgrößen wie Wirtschaftswachstum, Produktivität und Beschäftigung bewertet. Die Autoren finden dabei für die Mehrzahl der Studien einen positiven Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit und Adoption von Internetinfrastrukturen einerseits und den genannten Zielgrößen andererseits.

Um neue digitale Anwendungen im Bereich von IKT und der Digitalisierung der Wirtschaft zu ermöglichen, ist die flächendeckende Verfügbarkeit von hochleistungsfähigen digitalen *Breitbandinfrastrukturen* eine zentrale Voraussetzung. Dies gilt sowohl für leitungsggebundene als auch für drahtlose Netze. Als Indikator der Verfügbarkeit dieser Infrastrukturen lassen sich die von Netzbetreibern angebotsseitig bereitgestellten Breitbandanschlüsse heranziehen.¹ Diesbezüglich wesentliche Indikatoren werden mit Hinblick auf die konkrete Breitbandmarktsituation in NRW sowie im Hinblick auf den jeweiligen Durchschnitt der Bundesländer in Abschnitt 3.1 dargestellt und in Abschnitt 3.2 in einem Fazit bezüglich der NRW-spezifischen Stärken, Schwächen und Herausforderungen bewertet.

Auch im Bereich der *Elektromobilität* bzw. der sich gerade auch in Deutschland seit Jahren vollziehenden Mobilitätswende sieht man sich mit der Notwendigkeit einer möglichst flächende-

¹ Die Adoption von Diensten (auch: „Penetrationsrate“) bringt hingegen zum Ausdruck, dass auch auf Nachfrageseite hinreichend Zahlungsbereitschaft besteht, um entsprechende Breitbanddienste auf Basis der zur Verfügung gestellten Anschlüsse vertraglich zu „subskribieren“.

ckenden Infrastruktur konfrontiert, um darauf basierende Anwendungen und gesamtwirtschaftlich wünschenswerte Effekte ermöglichen zu können. Zwar gibt es zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Elektromobilität aufgrund der vergleichsweise kurzen Zeitperiode des Infrastruktur Rollout² kaum empirische Evidenz. Dennoch verspricht man sich auf Seiten der Befürworter einer Mobilitätswende substantielle und positive Effekte (Nationale Plattform Elektromobilität, 2016, S. 4-5), insbesondere in den Bereichen der Klima- und Energiepolitik (regenerativ erzeugter Strom und Stabilisierung der Energiesysteme), der Arbeits- und Sozialpolitik (neue Arbeitsplätze) oder auch der Industrie- und Verkehrspolitik (neue Fahrzeugkonzepte und Geschäftsmodelle). Eine leistungsfähige Versorgung mit Ladeinfrastruktur ist auch Grundlage für die intelligente Mobilität, die den Verkehr effizienter, nachhaltiger und sicherer machen soll. Sie umfasst Dimensionen wie die intelligente Verkehrssteuerung, autonomes Fahren aber auch eCar Sharing.³

Abschnitt 3.3 gibt analog zu Abschnitt 3.1 den Entwicklungsstand der Elektromobilität in Hinblick auf die wesentlichsten Infrastrukturindikatoren und die Entwicklung in NRW sowie im Durchschnitt der Bundesländer wieder. Ähnlich wie beim Breitbandausbau wird die Aufgabe der Politik darin gesehen, öffentlich zugängliche Infrastrukturen bereitzustellen oder zu fördern, die notwendigen Rahmenbedingungen für Investitionen in neue Netzinfrastrukturen zu schaffen und Koordinationsprobleme zu lösen. Am Ende von Abschnitt 3.4 wird im Rahmen eines Fazits auch auf eine Reihe von Rahmenbedingungen und Maßnahmen hingewiesen, die im Telekommunikationsbereich in ähnlicher Form teils schon seit Jahrzehnten diskutiert und regulatorisch implementiert wurden.

Schließlich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die beiden an sich völlig unabhängigen Infrastrukturausbauten auf Ebene der Dienste und digitalen Anwendungen wieder integriert werden. So bedarf eine erfolgreiche Mobilitätswende insbesondere auch einer IKT-basierten Übermittlung von Daten zu öffentlich oder privat zugänglichen Ladestandorten, Routenplanungen, Kapazitätsangaben, Öffnungszeiten oder weiteren Standortinformationen (in der Nähe) des Ladepunktes in zuverlässiger Form und möglichst in Echtzeit. Die Datenübertragung erfolgt physisch über unterschiedliche Breitbandinfrastrukturen, worauf auch die skizzierten Dienste und Anwendungen basieren, die ihrerseits beispielsweise über Smartphone-Apps, spezielle Apps von Fahrzeugherstellern, Tankstellenkartenbetreibern oder Ladesäulenbetreibern sowie über private Websites vermittelt werden (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 9). Auf Basis von IKT können des Weiteren innovative Bezahlmodelle entwickelt werden, die etwa per Smartphone oder EC-Karte abgewickelt werden können.

² So gab es in ganz Deutschland mit Ende 2011 erst 2241 öffentlich zugängliche Ladepunkte (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 7).

³ Mit eCar Sharing ist hier die Erweiterung konventioneller Car Sharing Modelle gemeint in Hinblick auf den Einsatz von Elektrofahrzeugen. Generelle Informationen zum Car Sharing sind abrufbar auf der Website des Bundesverbands Car Sharing (<https://carsharing.de/>). Car Sharing ist neben der kurzzeitigen Vermietung von privatem Wohnraum die wichtigste Ausprägung der sogenannten Sharing Economy bzw. der Ökonomie des Teilens. Die ökonomische Grundidee der Sharing Economy ist es, bestehende Kapazitäten besser auszulasten. Erst mit der Verbreitung leistungsfähiger (mobiler) Internetverbindungen, Apps und Online-Plattformen hat das Prinzip des gemeinsamen Nutzens und Teilens an Bedeutung gewonnen. Für spezielle Informationen zum eCar Sharing sei hier auf das Positionspapier des Bundesverbandes verwiesen (Bundesverband CarSharing, 2012).

3.1 Breitbandausbau

In diesem Abschnitt werden Daten zum Ausbau und somit zu den realen Investitionstätigkeiten (Verfügbarkeit / Versorgung) zur Herstellung von schnellen Breitbandanschlüssen dargestellt, sowohl für NRW als auch für den Durchschnitt der Bundesländer („Ø Bund“). Die eingangs skizzierte gesamtwirtschaftliche Bedeutung einer digitalen Infrastruktur findet auch im Koalitionsvertrag für NRW (NRW, 2017) entsprechende Berücksichtigung. Gemäß der darin skizzierten Digitalstrategie sind flächendeckende hochleistungsfähige Breitbandnetze die zentrale Grundlage einer erfolgreichen Digitalisierung. Der „Gigabit-Masterplan“ umfasst dabei unter anderem folgende Ziele (S. 28): *„Bis 2025 verfügt Nordrhein-Westfalen über flächendeckende, konvergente Gigabit-Netze. Als Zwischenziel werden wir schnellstmöglich alle Gewerbegebiete, Schulen, Bildungseinrichtungen und Landesbehörden an das Gigabit-Netz anschließen. Dabei verfolgen wir den Grundsatz der Technologie-Neutralität. Bei allen öffentlichen Fördermaßnahmen und entsprechenden Ausschreibungen verfolgen wir einen „Glasfaser-first“-Ansatz.“* Der Gigabit-Masterplan umfasst zudem auch ausdrücklich die nächste Mobilfunk-Generation „5G“ in Form der intendierten Anbindung der Mobilfunkmasten an Glasfaserleitungen sowie der Verfügbarkeit offener WLAN-Zugänge.

Folgende relevante glasfaserbasierte Ausbauszenarien zur Realisierung schneller leitungsgebundener Internetverbindungen werden nachfolgend – in Übereinstimmung mit der Methodik in BMVI (2017) – berücksichtigt: Wenn im Bereich des Teilnehmeranschlussnetzes bis in das Haus oder die Wohnung des Teilnehmers zur Gänze Glasfaser eingesetzt wird, dann spricht man von der „Fibre to the Home“ (FTTH)-Technologie. Die beiden häufigsten FTTH Netzwerktopologien stellen dabei „Punkt-zu-Mehrpunkt“ sowie „Punkt-zu-Punkt“ dar. Bei letzterer stehen dedizierte Glasfaseranschlüsse für den einzelnen Teilnehmer zur Verfügung. Bei Punkt-zu-Mehrpunkt-Topologien wird mit passiven optischen Splittern für mehrere Teilnehmer eine gemeinsame Nutzung von Glasfaseranschlüssen realisiert. Alternativ kann aber auch nur der Abschnitt der Anschlussinfrastruktur bis zum Gebäude durch Glasfaser ersetzt werden („Fibre to the Building“ – FTTB). FTTH/B-Anschlüsse bieten gegenwärtig die höchsten Übertragungsraten symmetrisch im Downstream als auch im Upstream sowie die beste Übertragungsqualität, da technische Limitierungen anderer Breitbandlösungen, wie Leitungsdämpfung und elektromagnetische Interferenz, nur eine geringe bzw. keine Rolle spielen. Mit „Fibre to the Cabinet“ (FTTC) werden VDSL-basierte Hybridtechnologien bezeichnet, worin die von Glasfaserleitungen zu überwindende Strecke deutlich kürzer ist, was zu anteilig geringeren Kosten und Investitionsvolumina je Kunde führt, jedoch auch zu geringeren Übertragungsgeschwindigkeiten. Die FTTC-Ausbauprogramme werden hier insbesondere durch die von Incumbentunternehmen⁴ forcierte „Vectoring“-Technologie vorangetrieben, die eine deutliche Erhöhung der Bandbreite erlaubt. Eine weitere Hybridtechnologie stellt zudem die schnelle Übertragung von Daten über bestehende Kabelfernsehtetze (CATV) dar. Hierbei werden an der Schnittstelle zwischen Glasfaserabschnitt

⁴ Mit „Incumbents“ bzw. „Incumbentunternehmen“ sind die vor der Liberalisierung – zumeist staatlich kontrollierten – Monopolisten von leitungsgebundenen Telekommunikationsinfrastrukturnetzen gemeint.

und Koaxialkabel mittels „Fibre Node“ die optischen Signale in elektrische Signale umgewandelt, weshalb man in diesem Szenario auch von „Fibre to the Node“ (FTTN) spricht. Viele der großen Kabelnetzbetreiber haben bereits weitestgehend vollständig den technologischen Standard DOCSIS 3.0 in ihren Netzen integriert und ihre Netze im Hinblick auf die Breitbandfähigkeit voll aufgerüstet (Bertschek et al., 2016a, S. 16-17).

Mit all den genannten („FTTx“) leitungsgebundenen Zugangsrealisierungen können Bandbreiten von zumindest 50 Megabit pro Sekunde (Mbit/s) realisiert werden und somit auch das Versorgungsziel der Digitalen Agenda 2014-2017 der Bundesregierung, worin die flächendeckende Versorgung mit Breitbandinternet mit einer Geschwindigkeit von mindestens 50 Mbit/s bis Ende 2018 als Ziel fixiert ist.⁵

Auch mobile („drahtlose“) Breitbanddienste spielen eine immer bedeutendere Rolle bei der flächendeckenden Versorgung mit schnellem Internet. Vor allem die auf „Long Term Evolution“ (LTE, 4G) basierende Mobilfunktechnologie bietet bereits Bandbreiten, die den leitungsgebundenen Hybridnetzen (FTTC und FTTN) zunehmend vergleichbar sind. Dennoch gibt es in technologischer Hinsicht auch noch Unterschiede (so wird insbesondere die Luftschnittstelle von allen Teilnehmern einer bestimmten Funkzelle gemeinsam („shared medium“⁶) genutzt), die Qualitätsunterschiede bedingen. Auch nachfrageseitig gibt es große Unterschiede in der kundensegmentspezifischen Adoption. So gibt es etwa bei einzelnen Kundengruppen nur geringe Akzeptanz, wohingegen andere Kundengruppen mobile Breitbanddienste komplementär oder auch substitutiv verwenden. Neben LTE werden zu den mobilen Breitbandlösungen im weiteren Sinne auch noch UMTS(HSDPA), WLAN/WiFi und WiMAX gezählt. Mit diesen Lösungen werden ergänzend zu der mittlerweile dominierenden LTE Technologie weitere Nutzungsprofile, etwa komplementäre Nutzung von mobilem Breitband an öffentlichen Zugangspunkten, bedient. Nur für die Verbreitung von öffentlich zugänglichen WLAN-Hotspots liegen länderspezifische Daten vor (BMVI, 2017). Gemäß Abb. 3-1 liegt die Anzahl gelieferter WLAN-Hotspots je 10.000 Einwohner in NRW mit einem Wert von 25,1 deutlich über dem Durchschnitt der Bundesländer (16,1).

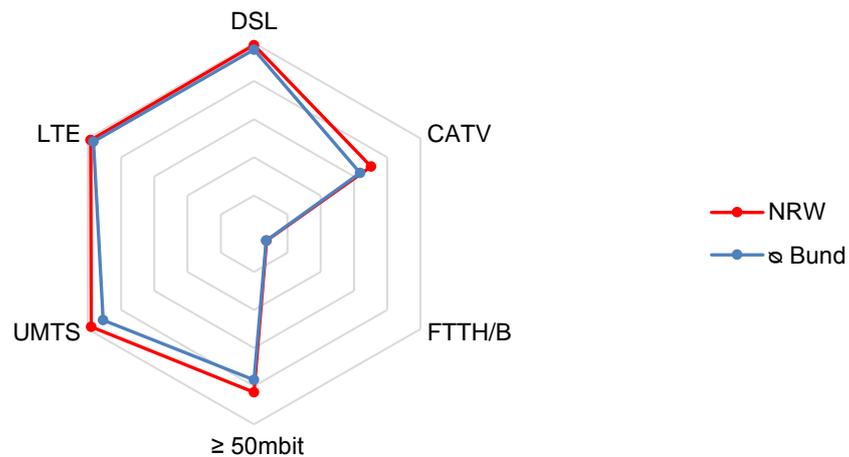
In Abb. 3-1 werden die leitungsgebundenen und drahtlosen Breitbandtechnologien in Hinblick auf die Verfügbarkeit von Haushalten im Verhältnis zu den Gesamthaushalten auf Bundesebene und für NRW separat dargestellt. In aggregierter Form werden die einzelnen leitungsgebundenen FTTx-Breitbandtechnologien für die Bandbreitenklasse „≥ 50 Mbit/s“ wiedergegeben. In Bezug auf flächendeckende Versorgungsziele sind insbesondere die bundesweit als auch landesspezifisch teils sehr großen Ausbaunterschiede zwischen städtischen, halbstädtischen und ländlichen Gebieten aus sozialpolitischen Gründen („digital divide“) zu berücksichtigen (Abb. 3-2). Die Unterscheidung von Breitbandverfügbarkeiten für Privathaushalte einerseits und der

⁵ Die „Digitale Agenda 2014 – 2017“ der Bundesregierung ist abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/landerinformation-deutschland>.

⁶ Auch die Koaxialkabelinfrastruktur der Kabelnetzbetreiber stellt ein shared medium dar, d.h. die Teilnehmer teilen sich die zur Verfügung gestellte Bandbreite innerhalb des Koaxialsegments. Die Luftschnittstelle ist jedoch anfälliger für elektromagnetische Störungen.

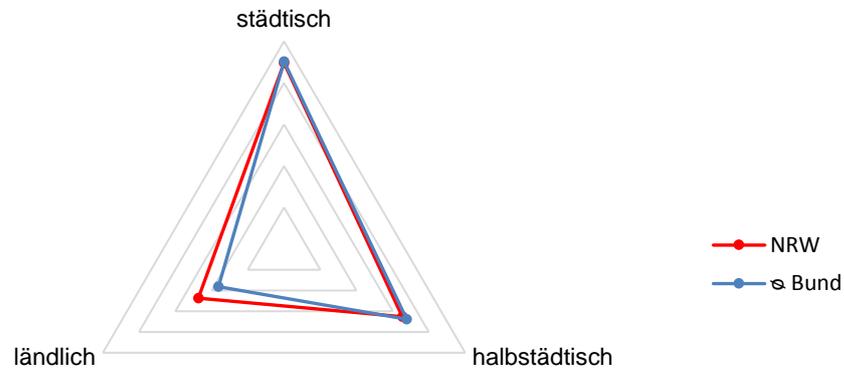
gewerblichen Breitbandverfügbarkeit andererseits ist insbesondere in Bezug auf Produktivitätswachstum und Beschäftigungseffekte von hoher standortpolitischer Bedeutung (Abb. 3-3). Schließlich finden sich in Abb. 3-4 und Abb. 3-5 relevante EU-Vergleichswerte.

Abb. 3-1: Breitbandverfügbarkeit nach Anslusstechologien in % der Haushalte bzw. je 10.000 Einwohner bei WLAN-Hotspots (Stand: Mitte 2017)



	leitungsgebundene Technologien				drahtlose Technologien		
	DSL	CATV	FTTH/B	≥ 50 Mbit/s	UMTS	LTE	WLAN
NRW	98,8	70,3	7,4	83,2	97,8	98,2	25,1
∅ Bund	96,5	63,7	7,3	76,7	90,7	96,5	16,1

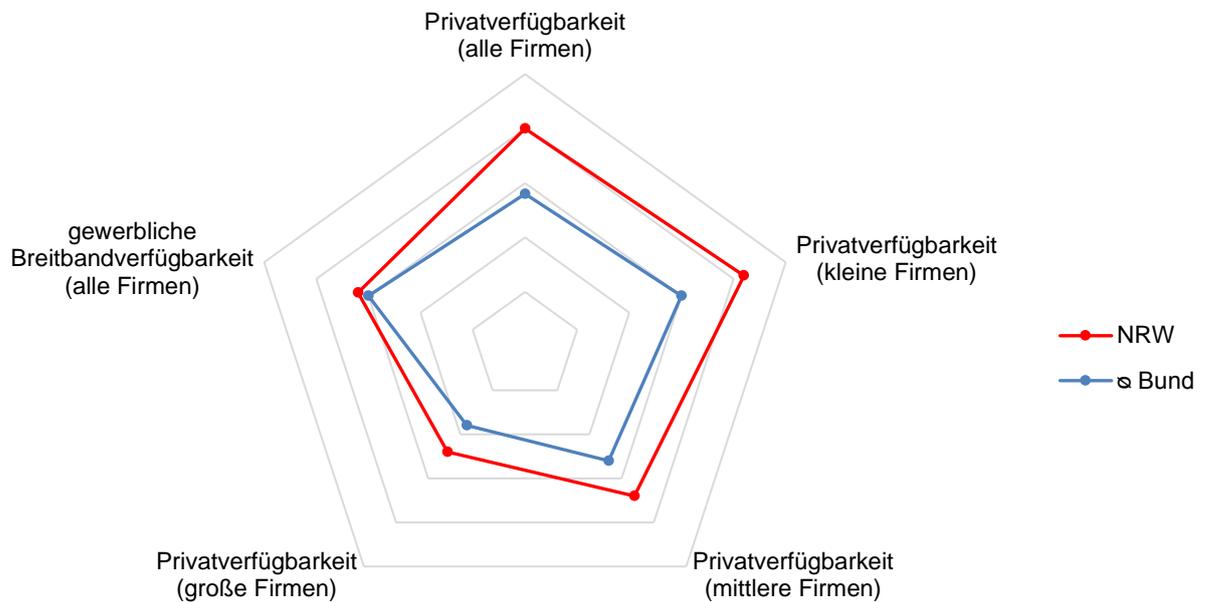
Abb. 3-2: Breitbandverfügbarkeit über alle Anschlusstechnologien ≥ 50 Mbit/s in % der Haushalte nach Gemeindeprägung⁷ (Stand: Mitte 2017)



	Breitbandverfügbarkeit über alle Technologien ≥ 50 Mbits		
	städtisch	halbstädtisch	ländlich
NRW	89,6	65,3	47,3
∅ Bund	90,3	67,7	36,2

⁷ Folgende Kategorien werden unterschieden: „Städtisch“: Gemeinden mit einer Bevölkerung ≥ 500 Einwohner/km²; „Halbstädtisch“: Gemeinden mit einer Bevölkerung ≥ 100 Einwohner/km² und < 500 Einwohner/km²; „Ländlich“: Gemeinden mit einer Bevölkerung < 100 Einwohner/km².

Abb. 3-3: Verfügbarkeit an Gewerbestandorten in % der Firmen (Stand: Mitte 2017)



	Breitbandverfügbarkeit an Gewerbestandorten ⁸				
	Privatverfügbarkeit ⁹ (alle Firmen)	Privatverfügbarkeit (kleine Firmen)	Privatverfügbarkeit (mittlere Firmen)	Privatverfügbarkeit (große Firmen)	gewerbliche Breitbandverfügbarkeit ¹⁰ (alle Firmen)
NRW	80	81	77	72	76
BRD	74	75	73	69	75

⁸ Der Darstellung der gewerblichen Verfügbarkeit liegt die Einteilung in kleine Firmen (1-5 Beschäftigte), mittlere Firmen (6-100 Beschäftigte) und große Firmen (100-500 Beschäftigte) zugrunde; Firmen mit mehr als 500 Beschäftigten wurden in diesem Vergleich nicht berücksichtigt, da diese typischerweise über individuelle Breitbandrealisierungen verfügen (BMVI, 2017, S. 23).

⁹ „Kleinere Firmen oder solche, die keine großen Datenmengen über das Internet versenden, greifen häufig auf Breitbandanschlüsse auf Basis von Privatkundenprodukten zurück“ (BMVI, 2017, S. 26).

¹⁰ „Die gewerbliche Breitbandverfügbarkeit beschreibt die symmetrische Bandbreite bzw. maximale Uploadbandbreite von Breitbandanschlüssen. Sie wird sowohl in Gewerbe- und Industriegebieten als auch in Mischgebieten, in denen private Haushalte und Firmen verortet sind, erhoben“ (BMVI, 2017, S. 23).

Abb. 3-4: Verfügbarkeit von FTTx Breitbandinfrastrukturen in den EU Mitgliedsstaaten unterteilt nach „Gesamt“ und „Land“ (Stand: Juni 2016, Quelle: Europäische Kommission, 2017)

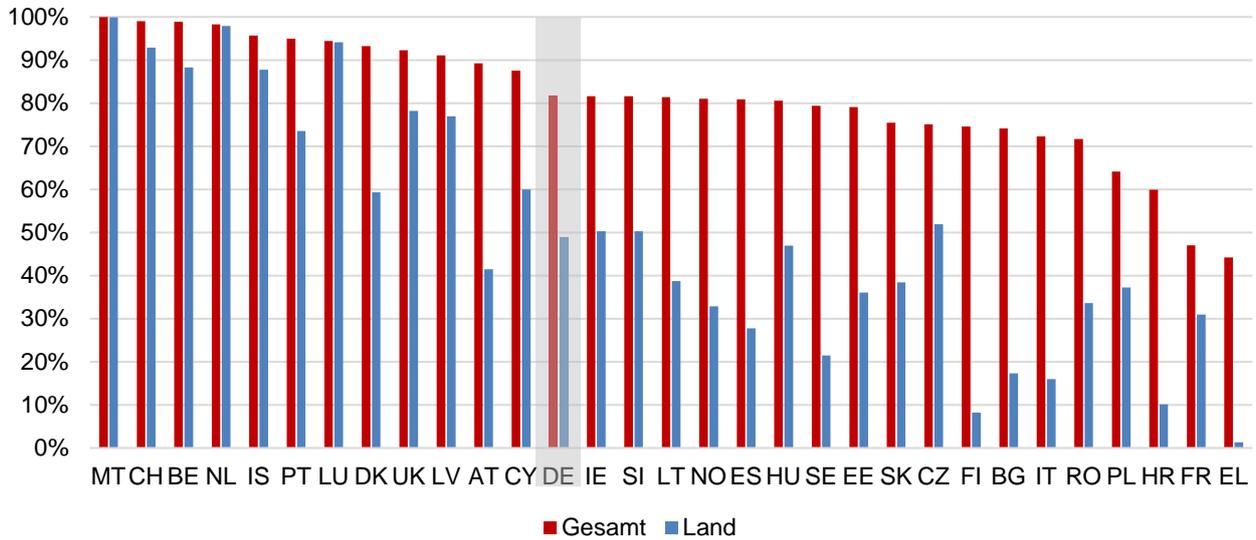
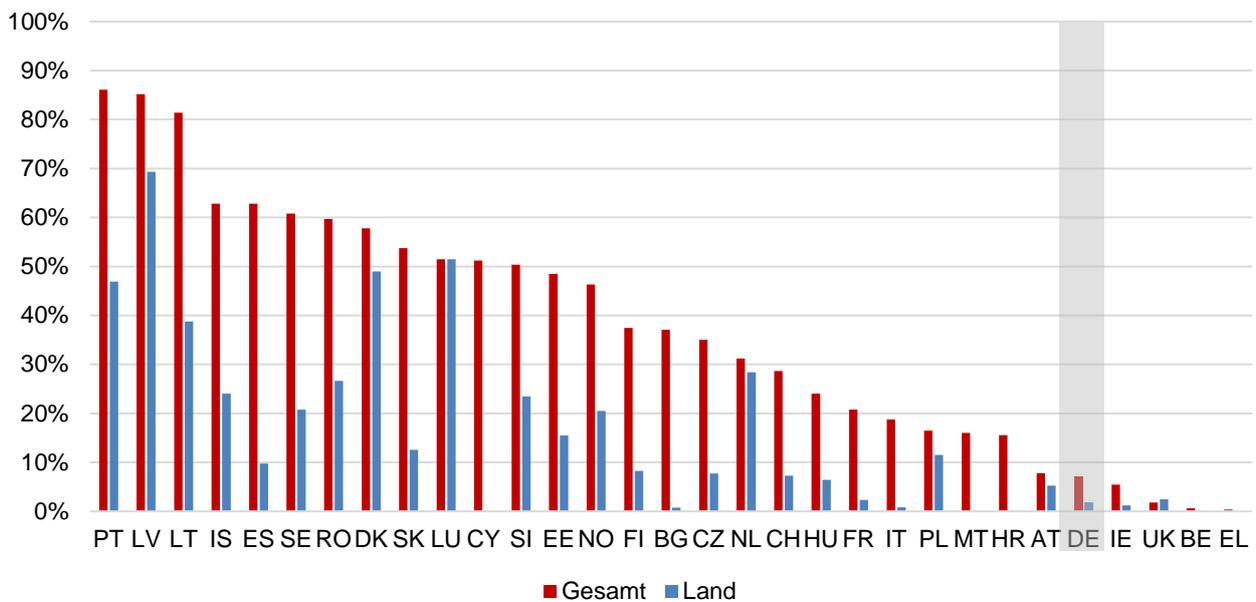


Abb. 3-5: Verfügbarkeit von FTTH/FTTB Breitbandinfrastrukturen in den EU Mitgliedsstaaten unterteilt nach „Gesamt“ und „Land“ (Stand: Juni 2016, Quelle: Europäische Kommission, 2017)



3.2 Fazit zum Thema Breitbandausbau

Laut Koalitionsvertrag verfolgt die Landesregierung mit dem Gigabit-Masterplan zwar den Grundsatz der Technologieneutralität, setzt jedoch „bei allen öffentlichen Fördermaßnahmen und entsprechenden Ausschreibungen“ auf einen „Glasfaser-first“ Ansatz. Eine Voraussetzung für flächendeckende Gigabit-Netze ist des Weiteren die optimale Integration von 5G-Netzen, die im „Gigabit-Masterplan“ ebenfalls Erwähnung finden. Mit 5G-Netzen, die ab 2020 gebaut werden sollen, steht ein sehr grundlegender Technologiewandel bevor. 5G-Netze werden voraussichtlich in eine konvergente Festnetz- und Drahtlosinfrastruktur münden, die auf gemeinsame Glasfaserinfrastrukturen im Kernnetz zurückgreifen. Drahtlose Verbindungen zum Gebäude können künftig eine alternative Zugangslösung für einzelne Nachfragegruppen darstellen. Mit 5G soll in globaler Hinsicht die Anbindung von Milliarden Endgeräten und Sensoren an das Internet erfolgen. Mit dem resultierenden „Internet of Things“ (IoT) ist nicht nur ein enormer Anstieg an Datenverkehr verbunden, sondern in der Folge ein entsprechend hoher Bedarf an Konnektivität und an unterschiedlichen Qualitätsklassen wie Echtzeitfähigkeit, Latenz, Sicherheit aber auch Energieeffizienz. Diese Qualitätsstufen werden in unterschiedlichem Maße notwendig sein, um große Anwendungsfelder wie Autonomes Fahren, Industrie 4.0 oder E-Health und Telemedizin überhaupt erst ermöglichen zu können (Henseler-Unger, 2017, S. 31). Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den 5G Netzwerk Rollout und die Anbindung aller Basisstationen an Glasfaserinfrastrukturen sollten daher rechtzeitig auf den unterschiedlichen administrativen Ebenen gesetzt werden.

In Hinblick auf die ausgewählten gewerblichen Breitbandinfrastrukturindikatoren zeigt sich, dass die Werte für NRW für die „Privatverfügbarkeit an Gewerbestandorten“ über dem Durchschnitt der Bundesländer liegen. Für die separat ausgewiesene Kategorie der „gewerblichen Breitbandverfügbarkeit für alle Firmen“, entspricht der Wert für NRW mit 76 Prozent hingegen ziemlich genau dem Durchschnitt der Bundesländer in Höhe von 75 Prozent. Auch die Werte für die unterschiedlichen Anschlusstechnologien in Prozent der Haushalte liegen nur leicht über dem Durchschnitt der Bundesländer, trotz massiver Dichtevorteile aufgrund der hohen landesspezifischen Bevölkerungsdichte.¹¹ Dichtevorteile, die die durchschnittlichen Kosten je angeschlossenen Haushalt wiedergeben, sind, neben den Kosten für Tiefbauarbeiten, die wesentlichste Kostendeterminante im Breitbandausbau und somit auch für die Profitabilität der Investitionen.¹²

In Hinblick auf die in der Digitalen Agenda der Bundesregierung formulierte Zielsetzung, bis 2018 alle Haushalte mit Breitbandanschlüssen von ≥ 50 Mbit/s zu versorgen, zeigt sich sowohl

¹¹ Nach den Stadtstaaten ist NRW das Flächenland mit der höchsten Bevölkerungsdichte in Deutschland mit ~ 524 Einwohner/km² (Stand: 31.12.2016, Information abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Aktuell/02Bundeslaender.html>).

¹² Als Dichtevorteile (englisch: „economies of density“) werden in der Mikroökonomie generell fallende Stückkosten aufgrund einer relativen Ballung von Nachfragern in einem geografischen Raum bezeichnet, die sowohl als Unterfall von Skaleneffekten oder Verbundvorteilen auftreten können (wikipedia „Dichtevorteil“). Sie treten beim Ausbau von Breitbandnetzen – mehrere potentielle Anschlusskunden je Anschlussnetzsegment – als auch beim Ausbau der Ladeinfrastruktur – mehrere Elektrofahrzeuge bzw. potentiell zahlende Nutzer je Ladeinfrastruktur – vor allem in Form von Skaleneffekten auf; es sind hier jedoch auch Verbundvorteile denkbar, da aus Anbietersicht mehreren Haushalten bzw. Nutzern zugleich unterschiedliche Dienste, wie verschiedene Breitbandklassen oder Normal- und Schnellladepunkte, offeriert werden können.

im Durchschnitt der Bundesländer als auch für NRW, dass dieses Ziel insbesondere für den ländlichen Raum nicht erreicht werden wird. Dies gilt in ganz ähnlicher Form auch für die meisten EU Mitgliedsstaaten. Die mangelnde Profitabilität in sogenannten „weißen Gebieten“ (oder auch „weißen Flecken“) aufgrund hoher Durchschnittskosten bzw. geringer Dichtevorteile führt zu einer entsprechend geringen Netzabdeckung vor allem im ländlichen Raum. Im Vergleich mit dem Durchschnitt der Bundesländer zeigt sich aber ein mit 47,3 Prozent deutlich höherer Haushaltsversorgungsgrad für NRW. Dies könnte auf eine entsprechende Heterogenität der Bevölkerungsdichte innerhalb der definierten Kategorie „ländlich“ zwischen den Bundesländern hindeuten bzw. legt vergleichsweise größere „ländliche“ Regionen für NRW nahe.

Öffentliche Fördermaßnahmen zum Ausbau der Glasfasernetze stellen zur Versorgung von weißen Gebieten einen adäquaten Lösungsansatz dar und sind in ökonomischer Hinsicht insbesondere mit Verweis auf positive Externalitäten zu rechtfertigen, etwa in Bezug auf kostensenkende Effekte für andere Wirtschaftssektoren. Subventionen spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle, um eine in verteilungspolitischer Hinsicht gesellschaftlich unerwünschte digitale Spaltung („digital divide“) der Bevölkerung zu verhindern. In NRW wurde in der Vergangenheit hierzu das sogenannte „Wirtschaftlichkeitslückenmodell“ bei der Erschließung unterversorgter Gebiete angewandt. In diesem Fördermodell wird auf den privatwirtschaftlichen Ausbau zur Erschließung nicht profitabler Gebiete fokussiert, wobei sich die öffentliche Förderung auf die Differenz von erwarteten Einnahmen und erwarteten Kosten des Netzausbaus und -betriebs bezieht. Im Vergleich mit den anderen Bundesländern zeigt sich jedoch, dass NRW einen nur verhältnismäßig geringen Anteil an bewilligten Fördermitteln des Bundesförderprogramms gemessen an den insgesamt in NRW förderfähigen Haushalten (Breitbandversorgung < 30 Mbit/s) in der Vergangenheit erreicht hat (WIK-Consult, 2017). Dieser Umstand ist wohl darauf zurückzuführen, dass NRW im Bereich dieser Förderprogramme erst 2016 und somit vergleichsweise spät begonnen hat, Bundesfördermittel zu lukrieren. Um eine möglichst flächendeckende Versorgung in möglichst kurzer Zeit zu gewährleisten, erscheint daher eine Intensivierung in Hinblick auf die Ausschöpfung vorhandener Fördermittel als auch die zeitliche Dauer zwischen der Beantragung von Fördermitteln und dem operativen Netzausbau notwendig.

Schließlich sind in Hinblick auf die Zielsetzung des im NRW Koalitionsvertrag intendierten „Gigabit-first“ Ansatzes hohe Aufholbedarfe für NRW als auch für den Bund bei der Forcierung des FTTH/FTTB Glasfaserausbaus festzustellen. Die diesbezügliche Haushaltsverfügbarkeit liegt jeweils bei nur knapp über 7 Prozent und für ländliche Regionen bei nur knapp 2 Prozent. Diese Werte liegen jeweils auch sehr deutlich unter dem Niveau der meisten EU Mitgliedsstaaten. Dieser Umstand ist entscheidend von der Breitbandinfrastruktur der ersten Generation beeinflusst, die hauptsächlich auf Kupferleitungen und der DSL-Technologie des Incumbentunternehmens sowie auf Koaxialkabelinfrastruktur der Kabelnetzbetreiber basiert. FTTH/FTTB-Investitionen würden dementsprechend ökonomische Renten der Breitbandinfrastruktur der ersten Generation „kannibalisieren“, was entsprechende Opportunitätskosten einer Investition in neue Infrastrukturen darstellt.

Dieser „replacement effect“ ist insbesondere von praktischer Relevanz für Staaten mit einer sehr gut etablierten Infrastruktur der ersten Generation, wie dies in Ländern wie Deutschland, Großbritannien oder Österreich der Fall ist (Bertschek et al., 2016a, S. 24). Will man im Rahmen eines „Gigabit-first“ Ansatzes eine Migration zu FTTH/FTTB Netzen forcieren, wären daher entsprechend starke Investitionsanreize auf Angebotsseite, insbesondere durch kostensenkende Maßnahmen bei gleichzeitig geringer Regulierungsintensität, vorzunehmen. Damit sind zum einen deregulatorische Maßnahmen bei asymmetrischen Zugangsregulierungsverpflichtungen gemeint, wie diese etwa auch im aktuellen Koalitionsvertrag¹³ mit dem intendierten Übergang von einer kostenorientierten ex ante Zugangsregulierung hin zu einer stärker mit ex post Elementen geprägten Zugangsregulierung zum Ausdruck gebracht werden. Zum anderen sind damit symmetrische Regulierungsverpflichtungen für alle Netzbetreiber in Hinblick auf Mitverlegungs- und Mitbenutzungsrechte bei für den Netzausbau essentiellen physischen Netzinfrastrukturelementen gemeint.¹⁴ Während eine Rückführung asymmetrischer Regulierungsmaßnahmen ex ante Investitionsanreize erhöht, können symmetrische Verpflichtungen geeignet sein, Synergiepotenziale zu realisieren und Investitionskosten, wie insbesondere die gerade in Europa vergleichsweise hohen Baukosten (Tiefverlegung als Regelfall), zu senken. Sofern dieser Effekt entsprechend hoch ist, werden damit auch die gesamten Investitionstätigkeiten erhöht werden (Bertschek et al., 2016a, S. 53). Aber auch nachfrageseitig sind hinreichende Stimuli zu setzen, da Endkunden aufgrund einer qualitativ hochwertigen Basisbreitbandinfrastruktur typischerweise auch mit entsprechend hohen Wechselkosten konfrontiert sind, und bei geringer Adaption von FTTH/FTTB basierten Diensten ansonsten teure Überkapazitäten resultieren würden.

3.3 Elektromobilität

Für eine höhere Akzeptanz und damit zunehmende Verbreitung der Elektromobilität ist neben der Verfügbarkeit technisch ausgewogener Fahrzeuge (Wirtschaftlichkeit, Alltagstauglichkeit) insbesondere eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur notwendig. Gemäß einer aktuellen Expertenurfrage¹⁵ werden die größten Hemmnisse der Mobilitätswende in Deutschland in der fehlenden Reichweite und in den Anschaffungskosten von Elektroautos gesehen. Hinzu kommen lange Ladezeiten sowie eine mangelnde Ladeinfrastruktur, fehlende Normen für Ladestationen sowie fehlende Stabilität und Kapazität im Verteilnetz. Gegenwärtig ist in Europa der Anteil der (teil-)elektrischen Fahrzeuge am Gesamtfahrzeugbestand, mit Ausnahme einzelner regionaler Sonderfälle wie Norwegen, äußerst gering. Zahlen des Europäischen Automobilherstellerverbands (ACEA, 2017) belegen ein steigendes Interesse an Elektromobilität. So wurden in der EU im 1. Quartal 2017 mit 24.592 Fahrzeugen, im Vergleich zum 1. Quartal 2016, 49 Prozent mehr

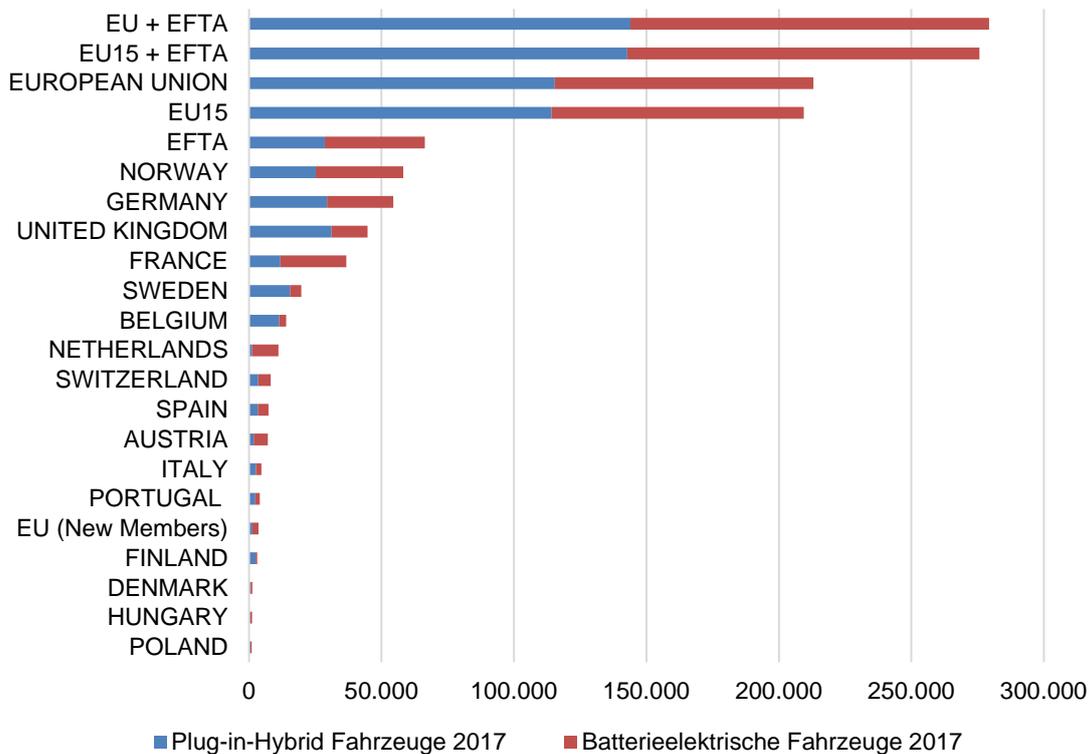
¹³ Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD (19. Legislaturperiode) abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Anlagen/2018/03/2018-03-14-koalitionsvertrag.pdf?blob=publicationFile&v=5>.

¹⁴ Für Deutschland sei hier auf das „DigiNetz-Gesetz“ (abrufbar unter: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2016/013-dobrindt-diginetz.html>) verwiesen, wonach es eine Mitverlegungspflicht von Glasfaseranschlüssen bei Neubauten und der Sanierung von Straßen sowie bei der Erschließung von Neubaugebieten gibt.

¹⁵ Informationen zum „ZEW Energiemarktbarometer“ sind abrufbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/zn/schwerpunkte/energiemarkt/Energiemarkt0218.pdf>.

batterieelektrische Fahrzeuge zugelassen. Absolut gesehen ist ihr Anteil an den gesamten Neuzulassungen jedoch weiterhin gering. Die knapp 25.000 Fahrzeuge entsprechen im ersten Quartal 2017 lediglich 0,6 Prozent der gesamten Neuzulassungen der EU. Abb. 3-6 zeigt, dass Deutschland zu einer kleinen Gruppe von Ländern gehört, auf die der Großteil aller Neuzulassungen von Elektroautos in Europa zurückzuführen ist. Mit insgesamt rund 54.500 Neuzulassungen pro Jahr liegt Deutschland in absoluten Zahlen nach Norwegen (rund 58.200 Neuzulassungen) europaweit an zweiter Stelle. Die führende Rolle Norwegens in der Elektromobilität erklärt sich in nicht unerheblichem Maße durch die vergleichsweise niedrigen Stromkosten. Auch im Vergleich der Länderaggregate für EFTA und EU Staaten kommt die dominierende Bedeutung von Norwegen zum Ausdruck.

Abb. 3-6: Anzahl der Zulassungen bei Elektroautos für ausgewählte Europäische Länder mit insgesamt mindestens 1000 Neuzulassungen in 2017¹⁶

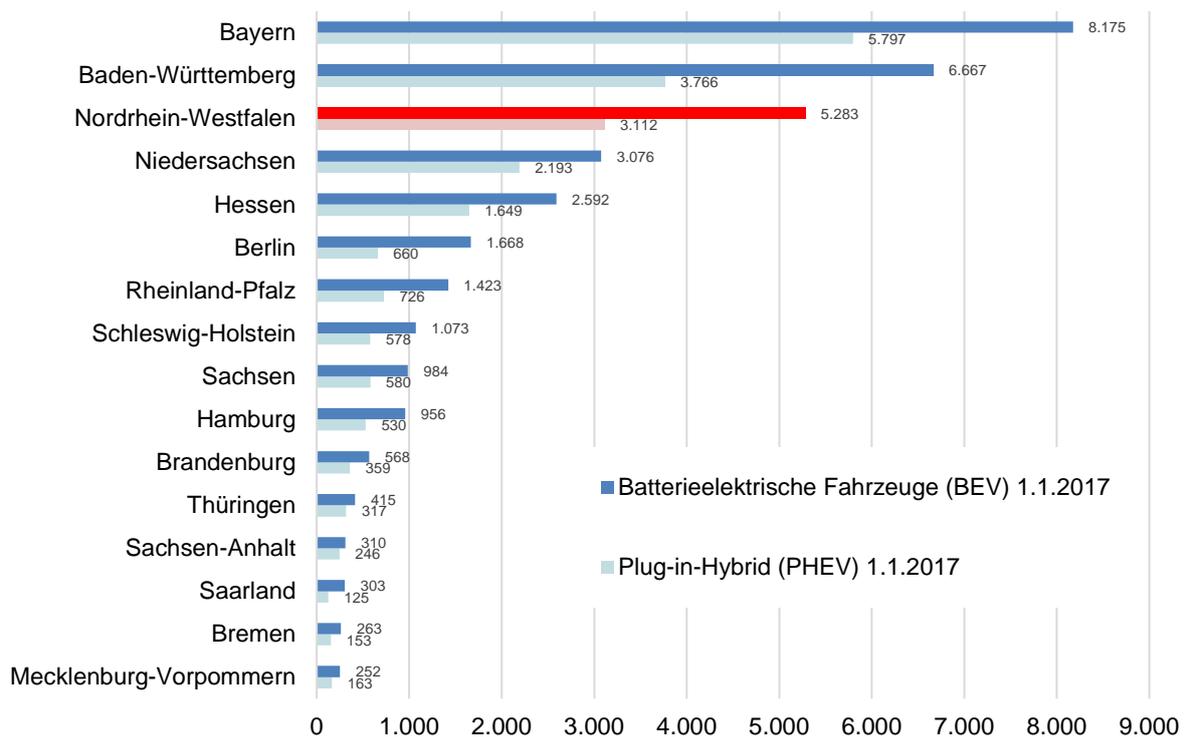


Quelle: ACEA (2018).

¹⁶ Die Ländergruppe EU umfasst sämtliche Mitglieder der Europäischen Union zum Zeitpunkt der Berichterstattung, EU15 hingegen diejenigen Mitgliedsstaaten vor der Osterweiterung, also: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Irland, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien.

Abb. 3-7 gibt den Bestand an Elektroautos in Deutschland zum 1. Januar 2017 wieder. Demnach liegen Bayern und Baden-Württemberg, mit insgesamt etwa 14.000 und 10.500 Elektroautos, noch vor dem bevölkerungsmäßig größeren Bundesland Nordrhein-Westfalen mit insgesamt rund 8400 Elektroautos. Diese Rangfolge gilt im Wesentlichen auch für den separaten Vergleich von batterieelektrischen (BEV) und Plug-in-Hybriden (PHEV) Fahrzeugen.

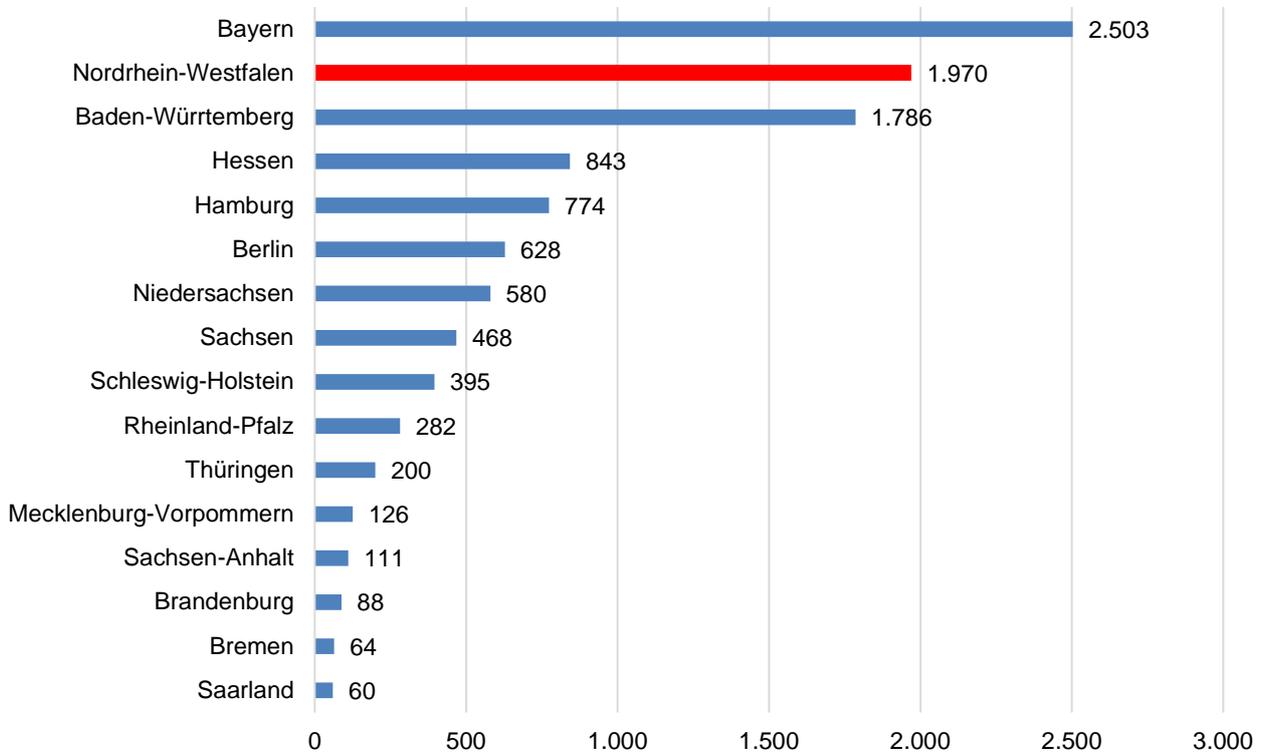
Abb. 3-7: Bestand an Elektroautos nach Bundesländern



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, Kraftfahrzeuge nach Umwelt-Merkmalen, Stand: 1. Januar 2017

Abb. 3-8 zeigt den Stand des Ausbaus der Ladeinfrastruktur in den einzelnen Bundesländern zum 30. Juni 2017. Die aus Abb. 3-8 ersichtlichen erheblichen Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern sind nicht zuletzt in Unterschieden bezüglich der Einwohnerzahl begründet. Absolut gesehen liegt das Flächenland Nordrhein-Westfalen mit etwas mehr als 1.970 öffentlich zugänglichen Ladepunkten an zweiter Stelle vor Baden-Württemberg mit 1.786 Ladepunkten. An erster Stelle liegt – trotz geringerer Bevölkerungsdichte – Bayern mit rund 2.500 Ladepunkten.

Abb. 3-8: Bestand an öffentlich zugänglichen Ladepunkten nach Bundesländern

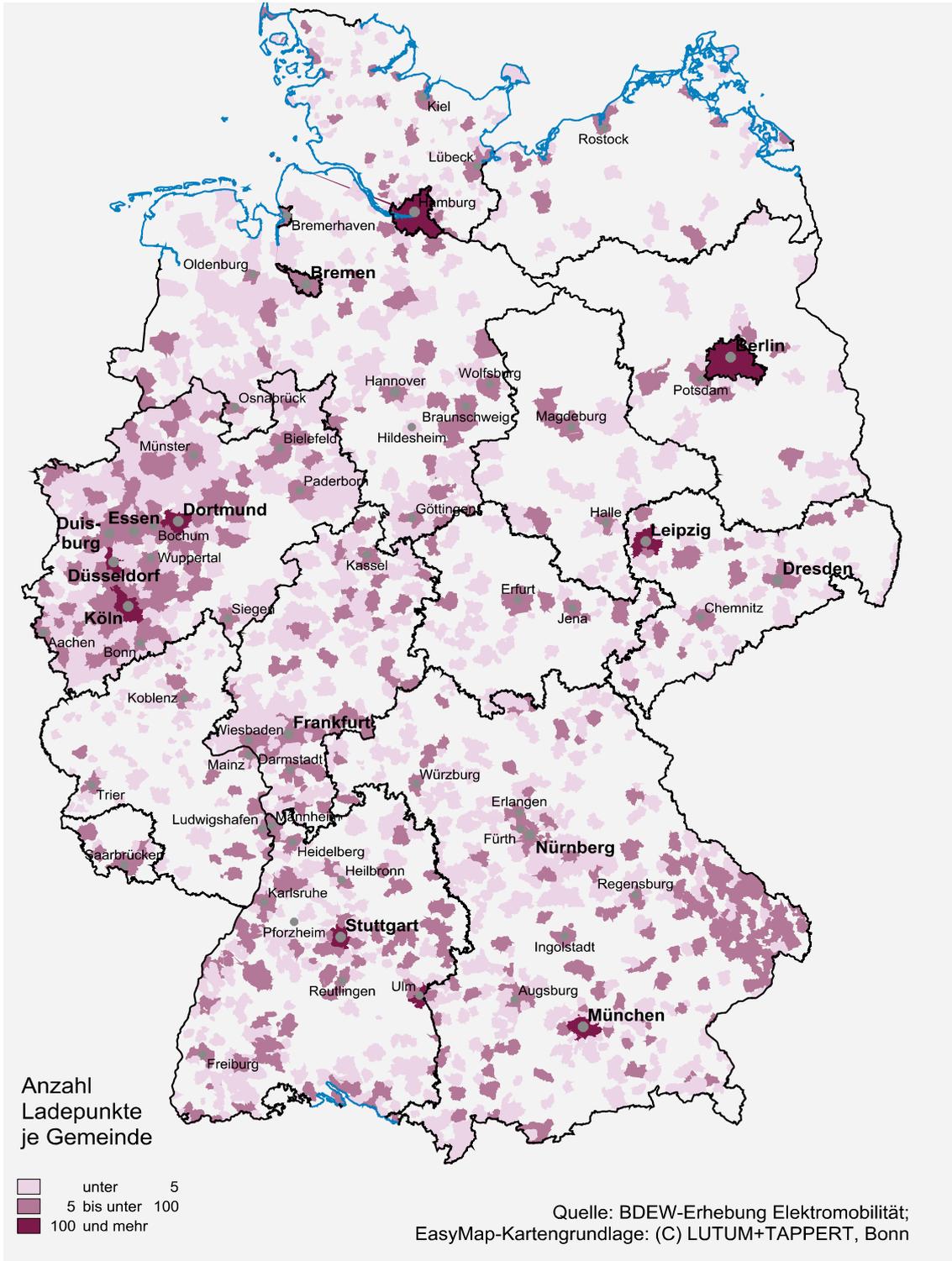


Quelle: BDEW-Erhebung Ladeinfrastruktur, Stand: 30. Juni 2017

Abb. 3-9 zeigt die Dichte und geografische Verteilung von Ladepunkten für Deutschland. Man erkennt hier sehr deutlich die Bedeutung von Dichtevorteilen in der Verbreitung von Ladeinfrastrukturen bzw. die starke Konzentration von Ladeinfrastrukturen in Gebieten mit einem besonders hohen Urbanisierungsgrad. Analog zum Breitbandausbau führen Dichtevorteile zu entsprechend geringen durchschnittlichen Ausbaurkosten je Haushalt bzw. je Person und somit auch zu einer vergleichsweise höheren Profitabilität im Infrastrukturausbau. Demnach befinden sich insbesondere bevölkerungsstarke Bundesländer wie Nordrhein-Westfalen in einer guten Ausgangsposition für eine möglichst breitflächige Verbreitung von Ladepunkten. Dennoch erkennt man aus der nach wie vor insgesamt gesehen geringen Verbreitung von Elektrofahrzeugen, dass neben Dichtevorteilen noch andere nachfrage- und kostenseitige Faktoren für eine substantielle Verbreitung wesentlich sind, wie insbesondere auch Netzwerkeffekte (Abschnitt 3.4). Aufgrund des geringen Verbreitungsgrades verbleibt angesichts der ambitionierten Zielsetzung der Bundesregierung (eine Million Fahrzeuge bis 2020)¹⁷ auch für Länder wie NRW also ein entsprechender Bedarf an öffentlichen Fördermaßnahmen zur Erschließung nicht-profitabler Regionen.

¹⁷ Informationen abrufbar unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Infodienst/2012/10/2012-10-12-elektromobilitaet/2012-10-12-elektromobilitaet.html>.

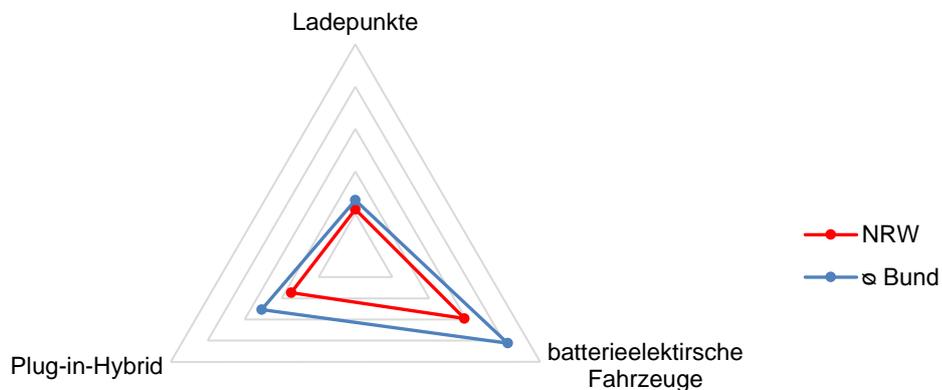
Abb. 3-9: Öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge je Gemeinde (Stand: 30.6.2017)



Interessant ist auch das bundeslandspezifische Verhältnis des Gesamtbestands an Elektrofahrzeugen (BEV und PHEV) pro öffentlich zugänglichem Ladepunkt. Hierin zeigt sich eine gewisse Heterogenität in der räumlichen Verteilung: Während sich in Berlin statistisch gesehen ungefähr 3,7 Elektroautos einen Ladepunkt teilen (2328/628), teilen sich in Baden-Württemberg etwa 5,8 Elektroautos einen Ladepunkt (10433/1786), in Bayern liegt dieser Wert mit durchschnittlich rund 5,6 Elektroautos leicht darunter. In NRW liegt der entsprechende Wert mit durchschnittlich rund 4,3 Elektroautos pro Ladepunkt (8895/1970) hingegen deutlich darunter. Im Bundesdurchschnitt ist zu beobachten, dass das Verhältnis von Elektrofahrzeug pro Ladepunkt seit 2011 kontinuierlich ansteigt (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 7). Gemäß der „Europäischen Richtlinie für Alternative Kraftstoffe“ gilt ein Verhältnis von öffentlichen Ladepunkten zu Elektrofahrzeugen von 1:10 als optimal (BDEW, 2017, S. 7).

Abb. 3-10 fasst die Vergleichswerte für NRW und dem jeweiligen Durchschnitt der Bundesländer für die besprochenen Indikatoren zusammen.

Abb. 3-10: Ladepunkte und Elektrofahrzeuge im Vergleich NRW vs. Bund (Werte je 10.000 Einwohner, Einwohnerzahlen stammen vom Statistischen Bundesamt zum 31.12.2016)



	Ladepunkte	batterieelektrische Fahrzeuge	Plug-in-Hybrid
NRW	1,10	2,95	1,74
⊗ Bund	1,32	4,12	2,54

3.4 Fazit zum Thema Elektromobilität

Im Koalitionsvertrag von NRW (NRW, 2017, S. 48) werden Elektro- und Hybridantriebe als wesentlicher gesellschaftlicher Beitrag zur Mobilität explizit genannt in Verbindung mit dem ambitionierten Ziel, NRW zu einem führenden Land im Bereich der Elektromobilität zu machen. Im Hinblick auf absolute Zahlen sowohl bei Elektroautos als auch bei den Ladepunkten kann dieser Anspruch auch geltend gemacht werden, normiert auf die Bevölkerungsgröße liegen jedoch die jeweiligen Werte teils deutlich unter dem Durchschnitt der Bundesländer (Abb. 3-10). Analog zur Forcierung hochleistungsfähiger Gigabitnetze müssten angebots- und auch nachfrageseitige Fördermaßnahmen und Rahmenbedingungen gesetzt werden, um sowohl einen politisch intendierten flächendeckenden Ausbau der Ladeinfrastruktur zu erzielen als auch gleichzeitig eine hinreichende nachfrageseitige Adoption von Elektroautos zu gewährleisten. Eine besondere regulierungspolitische Herausforderung stellt weiter die Koordination und Integration mit den relevanten Energiemärkten dar, sodass Stromversorgungsprobleme vermieden werden und Autobatterien als Stromspeicher selbst idealerweise einen Beitrag zur Stromnetzstabilisierung leisten könnten.

Die mittel- und langfristigen ökonomischen Auswirkungen der Verbreitung der Elektromobilität auf die nordrhein-westfälische Automobilwirtschaft lassen sich momentan nur sehr schwer abschätzen. Ein gewichtiger Faktor dürften die Ausgaben für Forschungs- und Entwicklung (F&E) in den relevanten Technologiebereichen sein (Abschnitt 4.2). An dieser Stelle verweist der Koalitionsvertrag für NRW (NRW, 2017) auch auf die hohe Bedeutung der zahlreichen Automobilzulieferer in Verbindung mit einer anvisierten Forschungsförderungspolitik, etwa im Bereich der Batteriezellenforschung und -produktion oder im Rahmen eines Testbetriebs für autonome elektrobetriebene Innenstadtshuttle.

Weitere konkrete Handlungsbedarfe und Herausforderungen lassen sich im Rückblick und im Vergleich mit der Telekommunikations- und Breitbandpolitik der letzten 20 Jahre herleiten. Nachfolgend soll daher cursorisch auf eine Reihe von regulatorischen Maßnahmen hingewiesen werden, die in ähnlicher Form sowohl beim Ausbau moderner Breitbandnetze als auch beim Ausbau einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge zu berücksichtigen sind und zur Forcierung des Infrastrukturausbaus implementiert werden können.

- Öffentliche Fördermaßnahmen: Sowohl im Bereich des Breitbandausbaus als auch beim Ausbau der Ladeinfrastruktur ergibt sich aufgrund mangelnder Profitabilität einer flächendeckenden Infrastruktur ein Bedarf an öffentlichen Fördermaßnahmen, sofern eine flächendeckende Versorgung als gesellschaftlich wünschenswert angesehen wird. Während es beim Breitbandausbau, zunächst für Basisbreitband sowie in den letzten Jahren speziell für schnelles Internet (Gerpott, 2017), schon seit vielen Jahren Erfahrungen mit der Vergabe von unterschiedlichen Fördermaßnahmen auf regionaler und nationaler Ebene gibt, sind Förderprogramme für eine öffentliche Ladeinfrastruktur erst seit kurzem vorgesehen. Da im Bereich der Elektromobilität insbesondere aufgrund der geringen Anzahl von Elektrofahrzeugen der weitere Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur nur in wenigen Fällen profitabel ist, hat die Bundesregierung ein Förderprogramm für öffentliche

Ladeinfrastruktur mit einem Volumen von 300 Mio. Euro bis zum Jahr 2020 aufgelegt. Dieses Programm bezieht sich mit 1. März 2017 sowohl auf eine Förderung der Normalladeinfrastruktur als auch von Schnelladepunkten (BDEW, 2017, S.5). Im Moment nehmen vor allem große Energieversorger und kleine Stadtwerke die Fördermittel in Anspruch, gefolgt von Städten und Gemeinden. Von den Gesamtinvestitionen werden dabei maximal 40% mit öffentlichen Mitteln finanziert.¹⁸ Neben diesen rein angebotsseitigen Fördermaßnahmen wäre nachfrageseitig auch an steuerrechtliche Maßnahmen, etwa die separate Behandlung von Stromkosten für Ladevorgänge, zu denken (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 5). Zwar sind die variablen Kosten bei Elektroautos bereits niedriger als bei herkömmlichen Autos. Dennoch könnten bei rationalen Entscheidungen potentieller Nutzer in Hinblick auf die zu erwartenden Gesamtkosten, also variable Verbrauchskosten sowie Fixkosten für das Auto (Anschaffungskosten), weitere Senkungen bei den variablen Kosten zusätzliche Nachfrage lukrieren. Praktikabel erscheint eine solche Fördermaßnahme bei öffentlich zugänglichen Ladeinfrastrukturen sowie bei geförderten Ladeinfrastrukturen bei Arbeitgebern. In Hinblick auf letzteres könnten auch einkommensteuerrechtliche Anpassungen vorgenommen werden, sodass die Überlassung von Ladeinfrastrukturen für Dienstwagen durch den Arbeitgeber steuerfrei gestellt wird und keinen geldwerten Vorteil darstellt (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 5).

- Gemeinsame Nutzung von Infrastrukturelementen: Im Bereich des Breitbandausbaus existieren seit langem Verpflichtungen für alle Netzbetreiber in Form von symmetrischen Regulierungsmaßnahmen in Hinblick auf die für den Ausbau essentiellen physischen Netzinfrastrukturelementen. Damit sind grundsätzlich alle leitungsgebundenen wie funkgestützten Infrastrukturen umfasst sowie Infrastrukturen, die nicht im Besitz von Telekommunikationsunternehmen sind; beispielsweise die Wegeführung von Netzen der Energieversorgung, Strommasten oder vorhandene Leerrohrkapazitäten (Kabelschächte und Kabelkanäle) sowie Leerrohre und freie Leitungen von Verkehrswegen (Bertschek et al., 2016a, S. 53). Im Falle Deutschlands sei auf das jüngst beschlossene DigiNetz-Gesetz verwiesen, wonach es eine Mitverlegungspflicht von Glasfaseranschlüssen bei Neubauten und der Sanierung von Straßen sowie bei der Erschließung von Neubaugebieten gibt. Darüber hinaus besteht bei vorhandenen Infrastrukturen von Versorgungsunternehmen und frei verfügbaren Kapazitäten für Kommunikationsnetzbetreiber ein Recht zur Mitbenutzung bei der Verlegung von Glasfaseranschlüssen gegen ein faires und angemessenes Entgelt. Entsprechende Maßnahmenpakete im Bereich der Elektromobilität befinden sich hingegen erst in der Umsetzungsphase. Hier sind gesetzliche Maßnahmen und Vorhaben im Bereich des Bau- und Mietrechts zu nennen (BDEW, 2017, S. 5-7). Zu denken ist auch an Ausbaukonzepte, bei denen ein intelligenter Ladepunkt an eine öffentliche Laterne montiert werden kann, oder an das Laden in (P&R) Parkhäusern sowie an öffentlich zugänglichen Parkplätzen und Verkehrswegen, an Flughäfen, Bahnhöfen oder Busterminals (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 16).

¹⁸ Informationen abrufbar unter: <https://heise.de/-4022954>.

- Migration zu Premiumdienstleistungen: Ähnlich wie glasfaserbasierte Anschlüsse und Dienste gegenüber Breitbandbasisdiensten einen qualitativ höherwertigen Premiumdienst darstellen, stellen auch Schnelladepunkte gegenüber den Normalladepunkten eine Premiumleistung dar. Dem höheren Kundenmobilitätsnutzen aufgrund der Zeiterparnis, der Notfallversorgung und höheren Maximaldistanzen beim Schnellladen stehen jedoch auch signifikant höhere Anfangsinvestitionen gegenüber (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 11). Auch der Wechsel von konventionellen Kraftfahrzeugen hin zu Elektrofahrzeugen selbst geht mit entsprechenden nachfrageseitigen Wechselkosten einher. Wie die Erfahrung aus dem glasfaserbasierten Breitbandausbau zeigt, hatten die Netzbetreiber in der Vergangenheit große Schwierigkeiten mit der kundenseitigen Migration zu neuen Diensten, da entweder die tatsächliche Zahlungsbereitschaft nur gering oder nur unvollständige Transparenz bezüglich Qualität und Nutzen der neuen Dienste vorhanden war. Die daraus resultierenden niedrigen „take-up rates“ (Anteil der nachgefragten zu der zur Verfügung gestellten Infrastruktur) senken ex ante nochmals die Investitionsanreize der Netzbetreiber. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur sollte daher aus Sicht der tatsächlichen Nutzerbedürfnisse geplant werden, etwa in Form kommunaler Ansprechpartner, um letztlich durch bedarfsgerechten Ausbau eine höhere Auslastung der Ladesäulen zu erreichen (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 26). Letzteres kann durch die obig angesprochenen nachfrageseitigen Fördermaßnahmen komplementär forciert werden.
- Koordination des Infrastrukturausbaus: Bereits seit 2009 wird von der Bundesnetzagentur (BNetzA) der sogenannte „Infrastrukturatlas“ weiterentwickelt und Einsichtnahmeberechtigten zur Verfügung gestellt. Der Infrastrukturatlas bietet zentrale Informationen für den Ausbau digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze, etwa eine Übersicht zu Einrichtungen, die zu Telekommunikationszwecken verwendet werden können, zur Mitnutzung passiver Infrastrukturen öffentlicher Versorgungsnetze oder zur Koordinierung von Bauarbeiten an öffentlichen Versorgungsnetzen. Hiermit sollen die gesamten Investitionskosten gesenkt, der Netzausbau beschleunigt und Ineffizienzen im Netzausbau vermieden werden. Auch im Bereich der Elektromobilität ergibt sich im Infrastrukturausbau ein hoher Koordinationsbedarf vor dem Hintergrund der Integration der Strom-, Wärme- und Kraftstoffmärkte. So muss etwa der Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Abstimmung mit den Verteilnetzbetreibern erfolgen, um unnötigen Netzausbau zu vermeiden. Problematisch für die Verteilnetze wären insbesondere Situationen, in denen viele Ladevorgänge in privaten Haushalten gleichzeitig stattfinden, was zu einem deutlich höheren Haushaltsstromversorgungsbedarf führen würde. Die mittelfristige Veränderung in der Belastung des Stromnetzes muss berücksichtigt werden, wofür entsprechende Melde- und Transparenzverpflichtungen für geplante Ladeinfrastrukturen notwendig sind (BDEW, 2017, S. 8-9). Generell sollten zur Forcierung des Infrastrukturausbaus alle Akteure (Betreiber, Investoren, öffentliche Gebietskörperschaften) zusammenwirken, um die Informations- und Koordinationskosten zu minimieren.

- eRoaming & Interoperabilität: Eine weitere Voraussetzung zur Forcierung der Elektromobilität stellen interoperable Plattformen dar, die das nutzerfreundliche Laden an Ladepunkten unterschiedlicher Betreiber ermöglichen sollen. Im Telekommunikationsbereich ist dieses Prinzip als nationales bzw. internationales Roaming bekannt, womit für Mobilfunkkunden aller Netze gewährleistet sein soll, dass sowohl im Inland als auch im Ausland jeweils andere Mobilfunknetze zu regulierten Bedingungen oder auf Basis von freiwilligen Marktlösungen genutzt werden können. eRoaming Plattformen sollen im Bereich der Elektromobilität anbieterübergreifende Abrechnungsverfahren für Ladevorgänge, etwa per Smartphone App oder EC-Karte, für alle Elektrofahrzeugnutzer ermöglichen. Wie die Erfahrung aus dem Telekommunikationsbereich zeigt, ist das Erreichen einer kritischen Netzwerkgröße eine entscheidende Voraussetzung für die nachfrageseitige Adoptionsbereitschaft und somit auch für Investitionsanreize. Während in elektronischen Kommunikationsnetzen direkte Netzwerkeffekte dominieren, d.h. der Nutzen des Einzelnen steigt mit der Anzahl der Teilnehmer, die dasselbe Gut (Kommunikationsleistung) konsumieren, liegen im Bereich der Elektromobilität aufgrund der Komplementarität von Elektroautos und Ladeinfrastrukturen vor allem indirekte (positive) Netzwerkeffekte zugrunde: So steigt der Nutzen für die Nachfrager von Elektroautos mit der Anzahl an vorhandenen Ladeinfrastrukturen und zugleich steigt auch die Profitabilität der Ladeinfrastrukturen und somit deren Angebot bei einer größeren Anzahl an Elektroautos. Um diese positive wechselseitige Nutzenbeeinflussung realisieren zu können, stellen hier regulatorische und technische Vorgaben zur Interoperabilität und Standardisierung von Schnittstellen eine wesentliche Maßnahme dar.

4 Digitale Bildung, Forschung und Entwicklung

4.1 Digitale Bildung

Mit der zunehmenden Digitalisierung entstehen sowohl neue Möglichkeiten zum Einsatz digitaler Medien im Bildungswesen als auch veränderte Anforderungsprofile für Arbeitnehmer in der Arbeitswelt von morgen. Unter dem Begriff „Digitale Bildung“ bietet dieses Kapitel eine Bestandsaufnahme für NRW in diesen Bereichen. Die Digitalisierung von Arbeit und Produktion hat einen tiefgreifenden Strukturwandel zur Folge (Arnold et al., 2016, Helmrich et al., 2016). Einige Tätigkeiten werden zukünftig vollständig von Maschinen und Robotern durchgeführt, sodass auf der einen Seite Jobs wegfallen, auf der anderen Seite entstehen durch die Digitalisierung neue Produkte und Dienste und damit neue Arbeitsplätze und neue Berufs- bzw. Tätigkeitsprofile (Arntz et al., 2016, Brynjolfsson und McAfee, 2014). Mit dem technologischen Wandel geht eine Veränderung der Nachfrage nach bestimmten Gruppen von Arbeitskräften einher. So steigt die relative Nachfrage nach Arbeitskräften mit höherer Qualifikation, da diese eher in der Lage sind, die neuen Technologien effizient zu nutzen und damit ihre Produktivität zu steigern. Unter dem Schlagwort des „skill-biased technological change“ wurde deshalb in zahlreichen Studien dargelegt, dass gut ausgebildete Arbeitskräfte stärker von technischen Neuerungen profitieren. Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten stellen dabei einen komplementären Produktionsfaktor dar, der es ihnen ermöglicht, die Produktivitätspotenziale der neuen digitalen Technologien in höherem Maße auszuschöpfen. Arbeitnehmer müssen daher zunehmend über kognitive und nicht-kognitive Fähigkeiten verfügen, die es ihnen erlauben, neue Informationen schnell aufzunehmen und zu verarbeiten, Probleme zu lösen, Aufgaben zu planen oder kooperativ im Team zu arbeiten. Die veränderten Qualifikationsanforderungen erfordern Anpassungen auf allen Ebenen der Bildung; Schule, Ausbildung, Hochschule und Weiterbildung.

Zur Einschätzung der Ausgangssituation in NRW und als Startpunkt und für eine Bestandsaufnahme zum Thema Bildung im Kontext der Digitalisierung eignet sich ein Vergleich der allgemeinen Bildungslandschaft in NRW und den anderen Bundesländern. Die Vergleichsstudie „Bildungsmonitor 2017“ des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln (IW) im Auftrag der Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft (INSM) bewertet anhand von 12 Handlungsfeldern, die insgesamt 93 Indikatoren umfassen, inwieweit ein Bundesland Bildungsarmut reduziert, zur Fachkräftesicherung beiträgt und Wachstum fördert (Anger et al., 2017).¹⁹ Im Bildungsmonitor 2017 belegt NRW mit einem Score von 45,3 Punkten nur den 14. Rang unter den Bundesländern. Spitzenreiter im Bildungsmonitor ist Sachsen mit 70,4 Punkten, während der Score für Deutschland insgesamt bei 53,1 Punkten liegt. Für NRW sieht der Bildungsmonitor Stärken bei den Handlungsfeldern Zeiteffizienz (Rang 5), Internationalisierung und Hochschule/MINT (jeweils Rang 6). Verbesserungsbedarf wird unter anderem bei den Handlungsfeldern Ausgabenpriorisierung von Bildung (Rang 15), berufliche Bildung und Betreuungsbedingungen (jeweils Rang 16) konstatiert. Eine besonders ungünstige Relation weisen hier etwa die Hochschulen auf, denn auf

¹⁹ Für eine interaktive Darstellung der Ergebnisse siehe <http://www.insm-bildungsmonitor.de/>.

eine Lehrkraft (Professor, Dozent, Lehrbeauftragter) kamen in NRW im Jahr 2015 rechnerisch 26 Studierende (Bundesdurchschnitt: 17,4).

4.1.1 Medienkompetenz

Durch das Internet und die weite Verbreitung mobiler Endgeräte unterliegt die heutige Mediengesellschaft einem starken und anhaltenden Wandel. Die universelle Verfügbarkeit interaktiver Medienangebote, sozialer Online-Netzwerke und mediengestützter Dienstleistungen generiert neue Möglichkeiten und Chancen des Mediengebrauchs, führt aber auch zu neuen Herausforderungen und Risiken. Daher entwickelt sich eine adäquate Medienkompetenz zunehmend zu einer zentralen Schlüsselqualifikation, über die Menschen verfügen müssen, um sich angemessen in der Arbeits- und Lebenswelt bewegen zu können. Eine digitale Bildungsstrategie sollte daher bereits in der frühen Lebensphase ansetzen, um rechtzeitig die grundlegenden Kompetenzen für einen selbstbestimmten und reflektierten Umgang mit digitalen Medien zu vermitteln.

Im Beschluss der Kultusministerkonferenz vom März 2012 (KMK, 2012) wurde deshalb festgehalten, dass Medienbildung eine Pflichtaufgabe schulischer Bildung darstellt und in der Schule nachhaltig verankert werden soll. Die Länder arbeiten nun an individuellen Lösungen, um diesen Beschluss umzusetzen. Im Schulgesetz für das Land NRW (2005) heißt es im § 2 Bildungs- und Erziehungsauftrag der Schule, dass Schüler/innen insbesondere lernen sollen, „mit Medien verantwortungsbewusst und sicher umzugehen.“ Mit dem Leitbild „Lernen im digitalen Wandel“ (Landesregierung NRW, 2016) und dem gemeinsamen Programm „Gute Schule 2020“ mit der NRW.BANK (Gute Schule 2020, 2016) fördert das Land NRW das Lernen in der digitalen Welt. Per Erlass des Schulministeriums sind die Schulen darüber hinaus dazu verpflichtet, individuelle Medienkonzepte zu erstellen, die Unterrichtsentwicklung, Ausstattungsbedarf und Fortbildungsplanung beinhalten (Initiative D21, 2014).²⁰ Die Schul- und Unterrichtsentwicklung für ein erfolgreiches Lernen in der digitalen Welt ist in Nordrhein-Westfalen von fünf Handlungsfeldern geprägt, in denen die „Medienberatung NRW“ im Auftrag des Ministeriums für Schule und Bildung NRW aktiv ist.²¹

Medienkompetenz: Die Förderung von Medienkompetenz, die sowohl traditionelle als auch digitale Medien umfasst, wird durch die Initiative „Medienpass NRW“ der Landesregierung unterstützt. Der Medienpass NRW bietet ein freiwilliges Angebot für Schulen um die Medienkompetenz von Kindern und Jugendlichen systematisch im Fachunterricht zu fördern und basiert auf folgenden Elementen: Ein Kompetenzrahmen bietet den Lehrern eine Orientierung darüber, welche Fähigkeiten die Schüler in den jeweiligen Altersstufen besitzen sollten. Ein Lehrplankompass gibt Anregungen, wo und wie diese Kompetenzen im Schulunterricht vermittelt werden können und der eigentliche Medienpass dokumentiert das Kompetenzniveau der Schüler.

²⁰ Im Detail enthält ein umfassendes Medienkonzept Angaben zur Unterrichtsentwicklung (Welche Medien sollen zur Entwicklung von Lern- und Medienkompetenz in welchen Klassen und Fächern genutzt werden?), zum Ausstattungsbedarf (Welche Software, technischen Geräte, Internetanbindung wird benötigt um die angestrebten Unterrichtsziele zu erreichen?) sowie zur Fortbildungsplanung für das Kollegium (Welche Qualifizierung benötigen die Lehrerinnen und Lehrer zur Integration von Medien in ihren Fachunterricht?). Siehe dazu: <http://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Medien-und-Schule/Medienkonzept/#rahmen>

²¹ Siehe dazu auch <http://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Wir-%C3%BCber-uns/>.

Beratung und Fortbildung: Die „Kompetenzteams NRW“ und Medienzentren bieten Beratung, Fortbildung und Unterstützung für die Schulen an. In jedem Kompetenzteam ist mindestens ein/e Medienberater/in tätig. Neben Qualifizierungsangeboten zum Thema "Leben und Lernen mit Medien", beraten die insgesamt 53 Kompetenzteams in NRW auch bei der Erstellung von Medienkonzepten.²²

Digitale Lernmittel: Mit der zentralen Bildungssuchmaschine „learn:line NRW“ hat die Medienberatung NRW ein Serviceangebot für Lehrer/innen entwickelt. Dort können Lern- und Bildungsmedien ausgesuchter Anbieter für alle Schulstufen recherchiert werden, darunter auch Materialien zu aktuellen Themen oder zu den Inhalten des Lehrplans der verschiedenen Fächer. Auf einem eigenen Twitter-Account der „learn:line NRW“, über den im Februar 2018 bereits über 1.200 Follower erreicht und 1.300 Tweets verschickt wurden, wird zudem häufig auf neue Angebote hingewiesen.²³

Ausstattung: Im Schulgesetz (Schulgesetz für das Land NRW, 2005) ist die Verpflichtung des Schulträgers festgeschrieben, die Schulen mit einer am Stand der Technik orientierten IT-Infrastruktur auszustatten. Mit „Lern-IT NRW“ existiert ein Konzept der Medienberatung NRW zur Umsetzung einer lernförderlichen IT-Infrastruktur an den Schulen. Es stellt allerdings lediglich eine Orientierungshilfe für Schulträger, Schulen und IT-Dienstleister dar. Es wird dabei einerseits auf Potenziale und andererseits auch technische und rechtliche Fragestellungen, die aus dem Einsatz digitaler Medien hervorgehen, eingegangen. Diskutiert wird hierbei auch, dass unter bestimmten Voraussetzungen die Ausstattung der Schule durch mobile, digitale Privatgeräte von Schüler/innen ergänzt werden kann („bring your own device“) (Medienberatung NRW, 2008).

Geschützte Basis-IT-Infrastruktur: Das Land NRW und die kommunalen Spitzenverbände haben sich darauf verständigt, den Schulen in NRW eine datenschutzkonforme und geschützte Arbeitsplattform zur schulischen Kommunikation, Organisation und Dokumentenverwaltung zur Verfügung zu stellen. Deshalb wurde bereits im Jahr 2015 mit der Entwicklung der digitalen Lernplattform „LOGINEO NRW“ begonnen, welche den Schulen im Jahr 2016 angeboten werden sollte. Nach einer zwischenzeitlichen Verlängerung der Einführungsfrist wurde im Oktober 2017 bekannt gegeben, dass die Auslieferung von LOGINEO NRW aufgrund technischer Mängel bis auf weiteres nicht möglich ist. Aufgrund von Problemen bei der Integration von Open Source Produkten, die für die datenschutzrechtlichen Sicherheitsanforderungen notwendig sind, erfüllt die Plattform die vom Auftraggeber Medienberatung NRW vorgegebenen Anforderungen nicht (Medienberatung NRW, 2017). Hier gilt es folglich unter Bewahrung der erforderlichen Qualitätsansprüche schnellstmöglich Fortschritte bei der Einführung einer landesweiten Lernplattform für die digitale Bildung zu erzielen.

Im Strategiepapier der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ wird festgehalten, dass die adäquate Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrenden einen entscheidenden Faktor

²² Siehe hierfür auch: <http://www.lehrerfortbildung.schulministerium.nrw.de/Fortbildung/Kompetenzteams/>.

²³ Siehe den Twitter-Account unter: https://twitter.com/learnline_nrw.

für eine erfolgreiche Vermittlung digitaler Kompetenzen darstellt (KMK, 2016). Da Medienbildung zu einem integralen Bestandteil aller Unterrichtsfächer wird, müssen die Lehrenden selbst über entsprechende Medienkompetenz verfügen. Das bedeutet im Detail, dass sie digitale Medien im Fachunterricht professionell und didaktisch sinnvoll nutzen, aber auch gemäß des Bildungs- und Erziehungsauftrags inhaltlich reflektieren müssen. Inwieweit die Nutzung digitaler Medien in den deutschen Schulen verankert ist, zeigt die Untersuchung „Schule digital“, die im Auftrag der Deutsche Telekom Stiftung im Jahr 2017 bereits zum dritten Mal durchgeführt wurde (Deutsche Telekom Stiftung, 2017). Basierend auf einer bundesweiten Befragung von insgesamt etwa 1.200 Lehrpersonen ermöglichen die Berichte einen Bundeslandvergleich in relevanten Dimensionen der Nutzung digitaler Medien. Diese beinhalten: a) IT-Ausstattung der Schulen, b) Nutzung digitaler Medien im Unterricht, c) Förderung der IT-bezogenen Fähigkeiten der Schüler/innen, d) Kompetenzen der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht. Jede dieser vier Dimensionen wird dabei durch mehrere Teilindikatoren abgebildet, insgesamt werden 26 Teilindikatoren herangezogen. Auf Basis dieser 26 Indikatoren wird NRW im Jahr 2017 bereits zum dritten Mal in die mittlere Klasse der Bundesländer eingeordnet. Zur Spitzengruppe zählen im Jahr 2017 Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern. Verstärkter Handlungsbedarf wird derweil für Schleswig-Holstein, Berlin, Sachsen und das Saarland identifiziert. Bei der regelmäßigen Nutzung digitaler Medien im Unterricht rangiert NRW auf Platz 9 im Bundeslandvergleich. Insgesamt 46 Prozent der befragten Lehrenden in NRW geben an, mindestens einmal wöchentlich digitale Medien in ihrem Unterricht einzusetzen, das ist deutlich weniger als beim Spitzenreiter Bayern mit einem entsprechenden Anteil von 64 Prozent der Lehrenden (Abb. 9-1).

Tab. 9-1 bietet eine Übersicht der Ergebnisse des Länderindicators „Schule digital“ für NRW in den Jahren 2016 und 2017 (Lorenz et al., 2017, Bos et al., 2016). Basierend auf den Aussagen der 162 befragten Lehrer/innen in NRW schafft es das Bundesland im Jahr 2017 in fünf Teilindikatoren überdurchschnittlich gut abzuschneiden, während in sechs Teilbereichen nur ein Platz in der unteren Bundesländergruppe erreicht wird. Bei den restlichen Teilindikatoren, wie auch bei drei der vier Dimensionen des Länderindicators liegt NRW nur im Mittelfeld. NRW schafft es lediglich in der Dimension „IT-Kompetenzen von Lehrpersonen“ in die Spitzengruppe der Bundesländer. Die Lehrer/innen in NRW schätzen ihr Können und Wissen zum Einsatz digitaler Medien in den folgenden Lehr- und Lernsituationen als vergleichsweise hoch ein: a) eine Unterrichtsgestaltung, die Inhalte des Referenzfachs, die eingesetzten digitalen Medien und angewandte Lehrmethoden angemessen kombiniert, b) Anwendung von Strategien zur gemeinsamen Berücksichtigung der Fachinhalte, digitalen Medien und Lehrmethoden, über die die Lehrperson etwas gelernt hat, c) Auswahl digitaler Medien, mit denen sich die Fachinhalte im Unterricht besser vermitteln lassen.

Im Länderindikator aus dem Jahr 2016 wurde zusätzlich zu den beschriebenen Dimensionen auch die Fortbildungsaktivität des Lehrpersonals hinsichtlich digitaler Medien abgefragt. Insgesamt wurden dafür die folgenden sechs Teilindikatoren erhoben: Unterrichtsentwicklung, Aktive Medienarbeit, Plattformen, Schulentwicklung, Individuelle Förderung und Datenverwaltung. Wie auch Niedersachsen und Sachsen wird NRW in all diesen sechs Teilindikatoren jeweils in der unteren Gruppe der Bundesländer verortet (Bos et al., 2016).

4.1.2 MINT-Fachkräfte

Für die digitale Transformation der Wirtschaft kommt der Ausbildung von MINT-Fachkräften eine außerordentlich wichtige Rolle zu. Laut des MINT-Herbstreports konnten im September 2017 allerdings über alle Anforderungsniveaus hinweg aggregiert bundesweit mindestens 286.300 offene Stellen in MINT-Berufen nicht besetzt werden (IW, 2017a). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass offene Stellen oftmals nur mit Bewerbern mit geeigneter Qualifikationsstufe besetzt werden können, steigt die MINT-Fachkräftelücke auf 290.900 Personen. Dabei bilden mit 142.200 Personen MINT-Facharbeiterberufe inzwischen die größte Engpassgruppe, gefolgt von 97.600 Personen im Segment der MINT-Experten- bzw. Akademikerberufe sowie 50.900 im Segment der Spezialisten- bzw. Meister- und Technikerberufe. Die Zusammensetzung der Angebotslücke bei den MINT-Akademikerberufen spiegelt dabei deutlich die zunehmende Bedeutung der Digitalisierung wider. So hat sich die Arbeitskräftelücke bei den IT-Expertenberufen (z.B. Informatikern) in den letzten drei Jahren von 17.300 auf über 37.000 mehr als verdoppelt. Darüber hinaus ist der Anteil dieser Berufsgruppe an der gesamten Lücke an MINT-Akademikern kontinuierlich von 25,9 Prozent im April 2011 auf 38,1 Prozent im April 2017 gestiegen (IW, 2017b).

Auch die Fachkräfteengpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit vom Dezember 2017 beschreibt einen bundesweiten Mangel an Experten in den Teilbereichen IT-Systemanalyse, -Anwenderberatung und -Vertrieb wie auch der Softwareentwicklung und Programmierung (BA, 2017). Die Vakanzzeit, die bis zum Besetzen einer offenen Stelle vergeht, beträgt in diesen IT-Bereichen zusammengefasst 148 Tage. Damit liegt die Vakanzzeit hier um 44 Prozent über dem Durchschnitt aller Berufe. Neben den bundesweit identifizierten Engpässen zeigt sich laut BA (2017) in Nordrhein-Westfalen derzeit kein zusätzlicher bundeslandspezifischer Mangel.

Aufgrund der hohen Bedeutung der MINT-Fachkräfte sind in den vergangenen Jahren zahlreiche Initiativen für die naturwissenschaftlich-technische Bildung entstanden. Dabei stellt es eine wesentliche Herausforderung dar, die in den Regionen vorhandenen MINT-Angebote bestmöglich aufeinander abzustimmen. Dafür müssen die lokalen Akteure kooperieren, gemeinsame Ziele formulieren und ihre Maßnahmen entsprechend koordinieren. Dadurch kann das Ziel verfolgt werden, eine konsistente MINT-Förderkette zu kreieren, die passend auf regionale Bedarfe zugeschnitten ist. Mit einem Förderwettbewerb treiben der Stifterverband und die Körber-Stiftung Entwicklungen in diesem Bereich weiter voran, indem sie MINT-Engagierte beim Aufbau neuer Netzwerke in Städten und Gemeinden, sogenannte MINT-Regionen, unterstützen.²⁴ Die Anzahl der erfassten MINT-Regionen ist bis zum Juli 2017 auf 104 angestiegen, ausgehend von 39 im Jahr 2013. Mit insgesamt 45 Netzwerken liegen die meisten MINT-Regionen im Jahr 2017 in NRW, an zweiter Stelle folgt Niedersachsen mit 14 MINT-Regionen (Körber-Stiftung, 2017). Die hohe Dichte der Netzwerke kann dadurch erklärt werden, dass in beiden Bundesländern systematische Förderstrukturen existieren.

²⁴ Nähere Informationen zu den MINT-Regionen unter <https://www.stifterverband.org/mintregionen>.

Im Falle von NRW wurde bereits im Jahr 2004 das Förderprogramm „Zukunft durch Innovation.NRW (zdi)“ durch die Landesregierung initiiert und seither vom NRW-Wissenschaftsministerium getragen. Diese Gemeinschaftsoffensive zur Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchses ist mit über 3.800 Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik aus NRW das größte MINT-Netzwerk Europas (zdi, 2017). Die Angebote des Netzwerks erreichen jährlich gut 300.000 Schüler/innen in NRW (zdi, 2016). In den sogenannten zdi-Zentren schließen sich Akteure aus Schulen, Hochschulen, Wirtschaft, Kommunen etc. zusammen, um gemeinsam eine systematische MINT-Bildung in der Region aufzubauen. Dabei wird das Ziel verfolgt junge Menschen für ein MINT-Studium oder eine MINT-Ausbildung zu gewinnen und damit auf regionaler Ebene langfristig den MINT-Nachwuchs zu sichern. Darüber hinaus sollen die Angebote durch Förderung von Talenten unabhängig von der Bildungsherkunft einen Beitrag zur Bildungsgerechtigkeit und Durchlässigkeit des Bildungssystems liefern (zdi, 2017).

Mit SCHULEWIRTSCHAFT existiert in NRW ein weiteres Netzwerk für die partnerschaftliche Zusammenarbeit von Schulen und Betrieben. Auf Landesebene und in den Regionen NRWs sind das Bildungswerk der nordrhein-westfälischen Wirtschaft, BWNRW, sowie die regionalen Unternehmensverbände Träger von SCHULEWIRTSCHAFT. Einer von drei Themenschwerpunkten des Netzwerkes ist die „MINT-Bildung“.²⁵

In Deutschland lag die Zahl der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen in MINT-Berufen im Jahr 2015 bei etwa 7,5 Mio. (BA, 2016). Den größten Anteil davon stellt mit 86 Prozent der Bereich Technik, während die Anteile für Mathematik und Naturwissenschaft (5 Prozent) sowie Informatik (9 Prozent) deutlich geringer ausfallen. Insgesamt war knapp ein Viertel der Beschäftigten in Deutschland im MINT-Bereich tätig. Dabei wird zur Identifikation von MINT-Berufen ein Berufsaggregat der Bundesagentur für Arbeit genutzt, das auf Basis ausgewählter Codes der Klassifikation der Berufe (KldB 2010) zusammengestellt wird. Diese MINT-Berufe umfassen Tätigkeiten, für deren Ausübung ein hoher Anteil an Kenntnissen aus den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik erforderlich ist, wobei neben den hochqualifizierten MINT-Berufen auch die so genannten mittelqualifizierten MINT-Berufe erfasst werden. Dabei liegt der Anteil an Experten mit Hochschulabschluss (z.B. Master, Diplom) bei den MINT-Berufen bei etwa 16 Prozent, während 23 Prozent auf Spezialisten (Meister, Techniker, Bachelor) und 61 Prozent auf Fachkräfte mit Berufsabschluss entfallen (BA, 2016).

Für den Fachkräftenachwuchs im MINT-Bereich stellt die Zahl der Auszubildenden damit einen wichtigen Faktor dar. Laut Beschäftigtenstatistik lag die Zahl der Auszubildenden in MINT-Berufen deutschlandweit bei 410.000 Personen im Jahr 2015 (BA, 2016). Das von der Bundesagentur für Arbeit berechnete Berufsaggregat der MINT-Berufe basiert auf der tiefsten Gliederungsebene der Klassifizierung der Berufe (5-Steller) und wird lediglich für Gesamtdeutschland ausgewiesen. Um dennoch einen Bundesländervergleich der Ausbildungszahlen zu ermöglichen, wurde für diesen Bericht deshalb eine alternative Abgrenzung der MINT-Berufe entwickelt. Diese Abgrenzung nutzt die verfügbaren Informationen der Beschäftigtenstatistik für das

²⁵ Nähere Informationen zu SCHULEWIRTSCHAFT unter <https://bwnrw.de/schulewirtschaft/unser-netzwerk/netzwerk>.

Jahr 2017 und basiert auf den 3-Steller-Codes der Klassifizierung der Berufe 2010. Die verwendeten Codes für die Abgrenzung der MINT-Berufe und die jeweilige Zahl der Auszubildenden ist in Tab. 9-2 dargestellt. Nach dieser Abgrenzung beläuft sich die Anzahl der Auszubildenden in MINT-Berufen im Jahr 2017 in Deutschland auf etwa 311.000 Personen. In NRW beläuft sich die Zahl zur gleichen Zeit auf 64.000 MINT-Auszubildende. Damit entfallen 22,4 Prozent der deutschlandweiten MINT-Auszubildenden auf NRW, womit das Bundesland noch vor Baden-Württemberg (18 Prozent) und Bayern (16 Prozent) liegt. Wird die Zahl der MINT-Auszubildenden allerdings in Relation zur Gesamtzahl an Auszubildenden eines Bundeslandes gesetzt, ergibt sich ein anderes Bild. Mit einem Anteil von 21,7 Prozent an MINT-Auszubildenden an allen Auszubildenden im Bundesland liegt NRW lediglich auf Platz 12 im Bundesländervergleich und unterhalb des Bundesdurchschnitts (23,6 Prozent). Mit einem Anteil von 26 Prozent schneiden Bayern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt hier deutlich besser ab. Schlusslicht bilden Mecklenburg-Vorpommern und Berlin (18 Prozent).

Im Wintersemester 2015/2016 haben in Deutschland insgesamt 347.000 Studierende ein Studium im MINT-Bereich begonnen (gemessen am 1. Fachsemester). Etwas mehr als 87.000 dieser Studienanfänger/innen haben dabei ihr MINT-Studium in NRW begonnen (Tab. 9-3). Mit ca. 25 Prozent entfällt damit der höchste Anteil der neuen MINT-Student/innen auf NRW, das ist der mit Abstand höchste Anteil im Bundesländervergleich. Auf den Plätzen zwei und drei folgen Bayern (16,2 Prozent) sowie Baden-Württemberg (14,8 Prozent). Im Bundesdurchschnitt wählte im Jahrgang 2015/2016 ein Anteil von 40,5 Prozent aller Studienanfänger/innen in Deutschland ein Studium im MINT-Bereich. In NRW wählte ein Anteil von 39,5 Prozent aller Personen, die dort ihr Studium aufnahmen, eines der MINT-Fächer. Im Bundesländervergleich liegt NRW damit im Mittelfeld der Bundesländer (Rang 7) und deutlich hinter Sachsen (45,9 Prozent) oder Baden-Württemberg (45,0 Prozent).

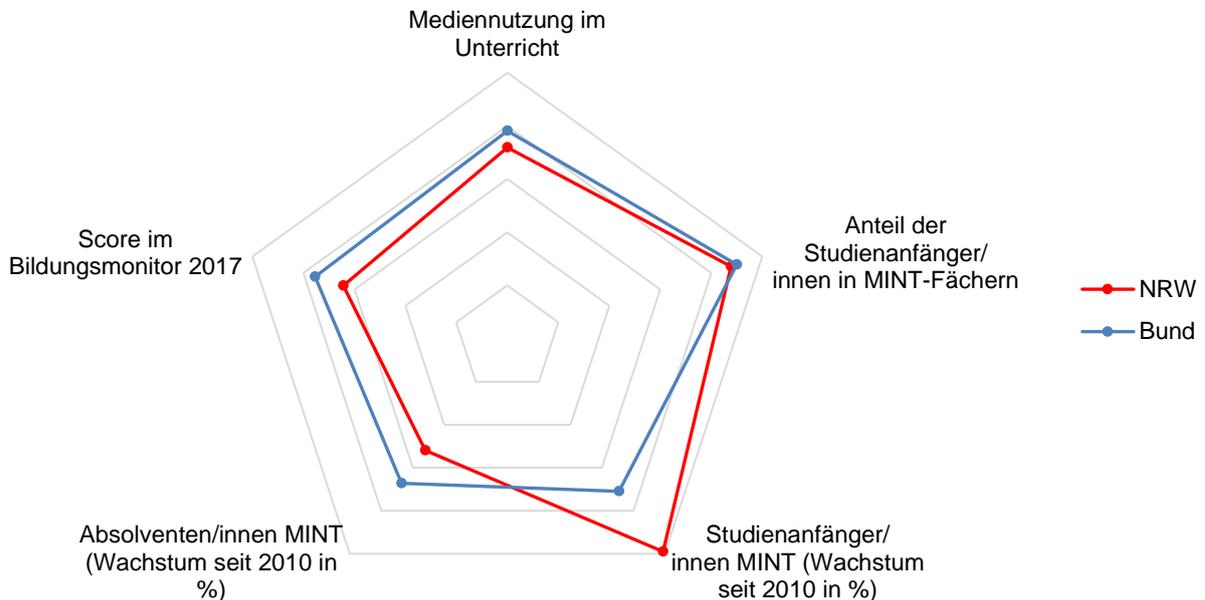
Gemessen an der Zahl der Studienanfänger/innen ist NRW Spitzenreiter, wenn die Fächergruppen Mathematik und Naturwissenschaften sowie die Ingenieurwissenschaften getrennt betrachtet werden. Insgesamt 27,5 Prozent der bundesweiten Studienanfänger/innen in Mathematik und Naturwissenschaften beginnen ihr Studium in NRW, bei den Ingenieurwissenschaften sind es immerhin 24,1 Prozent (Tab. 9-4). Mit deutlichem Abstand folgt jeweils Bayern mit etwa 16 Prozent der bundesweiten Studienanfänger/innen. NRW liegt hingegen beim Anteil gemessen an allen Studienanfänger/innen im eigenen Bundesland im Mittelfeld des Ländervergleichs (Rang 5 in Mathematik und Naturwissenschaft sowie Rang 9 für Ingenieurwissenschaften). Auch bei der Gesamtzahl an Studienanfänger/innen innerhalb der Bereiche der Ingenieurwissenschaften dominiert Nordrhein-Westfalen den Bundesländervergleich (Tab. 9-5). Besonders deutlich ist der Vorsprung für das Fach Informatik: Die Zahl der Studienanfänger/innen in NRW fällt mit etwa 19.400 fast doppelt so hoch aus wie in den nachfolgenden Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg. Knapp neun Prozent der Studienanfänger/innen in NRW starten ihr Studium im Fach Informatik, damit liegt NRW im oberen Mittelfeld der Bundesländer.

Im Vergleich zum Jahr 2010 ist die Zahl der Studienanfänger/innen, der Studierenden sowie der Absolvent/innen im MINT-Bereich in NRW stetig gestiegen. Ausgehend von 26.700 MINT-Absolvent/innen im Jahr 2010 ist die Zahl der Absolvent/innen im Jahr 2015 auf 36.500 gewachsen

(Komm, mach MINT, 2010a, 2010b, 2015). Dies entspricht einem Anstieg um 37 Prozent. Trotzdem liegt NRW hierbei unterhalb des Bundesdurchschnittes (47 Prozent), während Bayern mit knapp 70 Prozent das höchste Wachstum aller Bundesländer seit 2010 aufweist. Die Zahl der MINT-Studienanfänger/innen ist in NRW im gleichen Zeitraum von 55.600 auf 87.100 angewachsen, was einem Anstieg um 57 Prozent entspricht. Damit liegt NRW beim Zuwachs der MINT-Studienanfänger/innen seit 2010 nun deutlich über dem Bundesdurchschnitt (41 Prozent) und nahezu gleichauf mit dem Spitzenreiter Bayern (57 Prozent).

Tab. 9-6 bietet eine Übersicht über die zehn MINT-Fächer mit den höchsten Studierendenzahlen in NRW für das Wintersemester 2015/16 (IT.NRW, 2016). Etwa jeder fünfte MINT-Studierende belegte hier zu diesem Zeitpunkt das Fach Informatik, nur knapp darauf folgt der Bereich Maschinenbau/Verfahrenstechnik mit einem Anteil von 18 Prozent. Mit einem Anteil von 43,6 Prozent konzentriert sich fast die Hälfte der männlichen MINT-Studierenden in NRW auf lediglich zwei Fächer (Informatik (22,6) und Maschinenbau/Verfahrenstechnik (21,0)). Bei den weiblichen MINT-Studierenden ist hingegen eine höhere Streuung über die Fächer hinweg zu beobachten. So konzentriert sich hier die Hälfte der MINT-Studierenden auf die vier beliebtesten Fächer (Informatik (14,0), Mathematik (12,2), Biologie (12,2) und Maschinenbau/Verfahrenstechnik (11,1)). Insgesamt sind im MINT-Bereich weibliche Studierende stark unterrepräsentiert, so liegt der Anteil an weiblichen Studierenden an allen MINT-Studierenden in NRW bei lediglich 29,2 Prozent. Dies stellt ein hinlänglich bekanntes und bedeutsames Problem im Bereich der MINT- und insbesondere der ingenieurwissenschaftlichen Fächer dar. Im Fach Elektrotechnik/Informationstechnik liegt der Anteil weiblicher MINT-Studierender beispielsweise bei lediglich 12,4 Prozent. Gezielte Programme, um den Frauenanteil im MINT-Bereich zu steigern, existieren auf der Bundesebene, z.B. Komm-mach-MINT, wie auch auf der Landesebene, z.B. der zdi-Campus - „Mädchen testen MINT“ in NRW. Auf Bundesebene bietet das „MINT-Nachwuchsbarometer 2015“ eine tiefgehende Analyse zu Geschlechterunterschieden und zur Selektion in die MINT-Fächer (acatech und Körber Stiftung, 2015).

Ein wichtiger Faktor für die langfristige Wirksamkeit einer adäquaten MINT-Ausbildung liegt darin, die entsprechenden Absolvent/innen regional in NRW binden zu können. Eine Online-Umfrage unter etwa 450 MINT-Studierenden in NRW aus dem Jahr 2011 liefert hierzu interessante Ergebnisse (Leisering und Rolf, 2012): Mit einem Anteil von 54 Prozent favorisieren etwas mehr als die Hälfte der MINT-Studierenden in NRW nach dem Abschluss des Studiums einen Arbeitsplatz in NRW. Für einen weiteren Anteil von 31 Prozent ist der Ort des Arbeitsplatzes irrelevant, während 15 Prozent bereits planen einen Arbeitsplatz außerhalb NRWs zu finden. Umfassendere oder aktuellere Daten über den Anteil der Absolventen/innen, die nach dem Abschluss einen Beruf in NRW annehmen, sind leider nicht verfügbar.

Abb. 4-1: Indikatoren für Digitale Bildung


	Mediennutzung im Unterricht ¹	Anteil der Studienanfänger/innen in MINT-Fächern (in %) ²	Studienanfänger/innen MINT (Wachstum seit 2010 in %) ³	Absolventen/innen MINT (Wachstum seit 2010 in %) ³	Score im Bildungsmonitor 2017 ⁴
NRW	46,0	39,5	56,7	36,6	45,3
Bund	50,0	40,5	40,6	47,4	53,1
Maximalwert (Bundesland)	64,0 (BY)	45,0 (BW)	57,28 (BY)	70,43 (BY)	70,4 (SN)

Anmerkung: Im Netzdiagramm ist für jeden Indikator der jeweilige Maximalwert unter allen Bundesländern auf den Wert 1 normiert; ¹ Nutzung digitaler Medien im Unterricht mindestens einmal wöchentlich, in 2017; ² 1. Fachsemester im Wintersemester 2015/16; ³ Wachstum von 2010 bis 2015/16 in %; ⁴ Der Score im Bildungsmonitor 2017 basiert auf 93 Indikatoren (Anger et al., 2017).

4.1.3 Weiterbildung

Vor dem Hintergrund der rasanten technologischen Entwicklungen und sich stetig ändernden Anforderungen in der Arbeitswelt ist neben dem ausreichenden Angebot an gut ausgebildeten jungen Arbeitnehmer/innen eine kontinuierliche Aktualisierung des Wissens und praktischer Kenntnisse unerlässlich. Dafür bedarf es eines leistungsfähigen und flexiblen Weiterbildungssystems, welches auch demografischen Entwicklungen und möglichen Fachkräfteengpässen entgegenwirken kann.

Der „Deutsche Weiterbildungsatlas“ im Auftrag der Bertelsmann Stiftung (2016) ermöglicht eine Einschätzung der regionalen Disparitäten beim Zugang zu Weiterbildungsangeboten. Eine zentrale Kennzahl der regionalen Weiterbildungslandschaft ist dabei die Weiterbildungsbeteiligung.

Sie basiert auf den Daten des Mikrozensus und gibt an, in welchem Umfang die Wohnbevölkerung im Alter ab 25 Jahren an Weiterbildung teilnimmt. Im Detail wurden die Teilnehmer des Mikrozensus gefragt, ob sie in den vergangenen zwölf Monaten an einer oder mehreren Veranstaltungen der beruflichen oder allgemeinen Weiterbildung teilgenommen haben oder ob sie gegenwärtig daran teilnehmen. Im Jahr 2013 haben demnach 12,3 Prozent der über 25 Jahre alten Menschen in Deutschland an mindestens einer Weiterbildung teilgenommen. NRW liegt mit einer Teilnahmequote von 10,4 deutlich unter diesem Bundesdurchschnitt (Abb. 4-2). Lediglich in Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und dem Saarland fällt die Teilnahmequote ebenso niedrig aus. Den Spitzenplatz kann sich Baden-Württemberg mit einer Teilnahmequote von 14,8 Prozent sichern.

Um zu prüfen in welchem Umfang die deutschen Kommunen ihre Weiterbildungspotenziale tatsächlich ausnutzen, ermittelt der Weiterbildungsatlas zusätzlich die sogenannte Potenzialausschöpfung. Dafür erfolgt ein Abgleich der beobachteten Teilnahmequote mit der Teilnahmequote, die aufgrund der regionalen Sozial-, Wirtschafts- und Infrastruktur statistisch zu erwarten gewesen wäre. Falls die beobachtete Teilnahmequote in einer Region der statistisch zu erwartenden Quote genau entspricht, ergibt sich für die Potenzialausschöpfung ein Wert von 100 Prozent. Liegt hingegen die berechnete Potenzialausschöpfung für eine Region oberhalb (unterhalb) von 100 Prozent, so fällt die tatsächliche Teilnahmequote höher (niedriger) aus als statistisch zu erwarten wäre. Die höchste Potenzialausschöpfung aller Bundesländer erreicht im Jahr 2013 Baden-Württemberg mit einem Wert von 115,6 Prozent. In NRW deutet ein Wert von 90,9 Prozent hingegen darauf hin, dass die Teilnahmeerwartung deutlich unterschritten wurde; hier hätte es aufgrund der Sozialstruktur ca. 9 Prozent mehr Teilnehmer geben können. Lediglich in Hamburg fällt die Potenzialausschöpfung noch geringer aus.

Weiterbildungskurse werden von öffentlichen, gemeinschaftlichen, privatwirtschaftlichen und betrieblichen Anbietern angeboten. Ein breites öffentliches Weiterbildungsangebot beruflicher wie auch allgemeinbildender Natur wird dabei von Volkshochschulen bereitgestellt. Auf Basis der Anzahl öffentlich angebotener Volkshochschulkurse (VHS-Kurse) aus der Volkshochschulstatistik zeigt sich, dass NRW mit 5,2 VHS-Kursen pro 1.000 Einwohner unterhalb des Bundesdurchschnittes (6,9 VHS-Kurse pro 1.000 Einwohner) liegt. Mit fast elf Kursen pro 1.000 Einwohner nimmt Baden-Württemberg die Spitzenposition aller Bundesländer ein. Bei den betrieblichen Weiterbildungsangeboten liegt NRW mit 42,5 betrieblichen Weiterbildungsangeboten pro 1.000 Einwohner ebenfalls unter dem Bundesdurchschnitt in Höhe von 47,5. Auch bei dem gemeinschaftlichen Weiterbildungsangebot weist NRW mit 1,3 gemeinschaftlichen Einrichtungen pro 100.000 Einwohner einen Wert knapp unter dem Bundesdurchschnitt (1,5 gemeinschaftliche Einrichtungen pro 100.000 Einwohner) auf. Bei den privatwirtschaftlichen Weiterbildungseinrichtungen liegt NRW hingegen etwa im Bundesdurchschnitt, welcher im Jahr 2012 ca. 44 Einrichtungen pro 100.000 Einwohner betrug. Insgesamt lag NRW somit laut dem Weiterbildungsatlas der Bertelsmann Stiftung (2016, S. 67) im Jahr 2013 im unteren Mittelfeld im Bundesländervergleich (siehe Abb. 4-2).

Aufgrund der Datenbasis kann der Weiterbildungsatlas der Bertelsmann Stiftung keine regionalen Ergebnisse zu den spezifischen Inhalten der Weiterbildungsangebote präsentieren. Entsprechende Auswertungen auf Bundesebene liefert die „Adult Education Survey (AES)“. Auf Basis von Befragungen von 18- bis 64-Jährigen wird damit das Weiterbildungsverhalten in Deutschland dokumentiert, die aktuellsten Ergebnisse stammen dabei aus den Jahren 2016 (BMBF, 2017) und 2014 (BMBF, 2015). Bei der Auswertung für das Jahr 2014 wird ersichtlich, dass der Themenbereich „Wirtschaft, Arbeit, Recht“ mit einem Anteil von 34 Prozent am häufigsten im Mittelpunkt der Weiterbildung in Deutschland steht (BMBF, 2015, S. 45). An zweiter Stelle folgt der Themenbereich „Natur, Technik, Computer“ mit einem Anteil von 23 Prozent, wobei hier am häufigsten Weiterbildungen zum Umgang mit Computern und zu Softwarethemen besucht werden (7 Prozentpunkte).

Anzumerken ist, dass laut der BMBF-Studien (2015, 2017) die Weiterbildungsquote für Deutschland im Schnitt etwa 50 Prozent beträgt, sodass etwa jede/r Zweite in den vorangegangenen zwölf Monaten an einer Weiterbildung teilgenommen hat. Dieser Wert fällt damit deutlich höher aus als die berechnete Teilnahmequote auf Basis des Mikrozensus in Höhe von 12,3 Prozent, die im Weiterbildungsatlas verwendet wurde (Bertelsmann Stiftung, 2016). Diese Diskrepanz kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. So unterscheiden sich beispielsweise die Altersgrenzen für die Stichproben oder auch die Begriffserklärung der Weiterbildungsmaßnahmen.²⁶

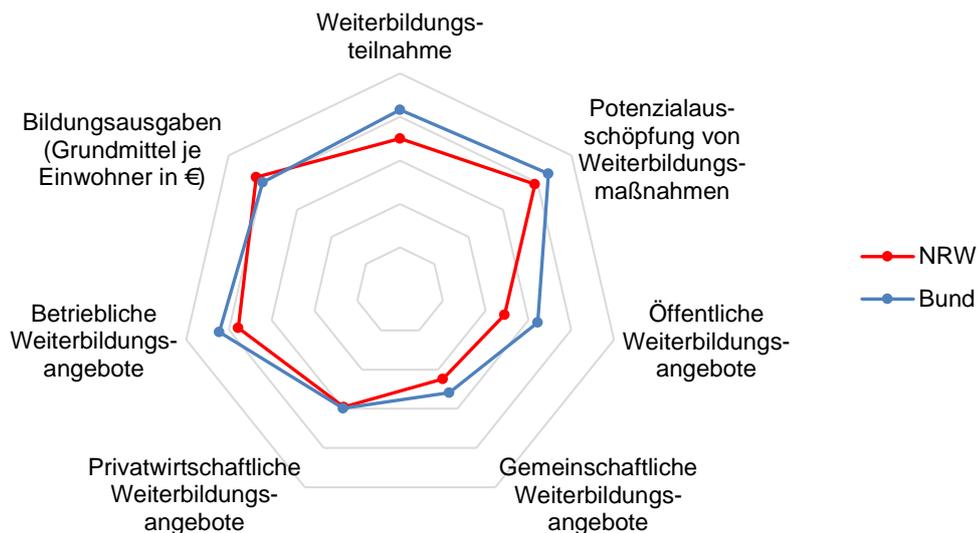
Öffentliche Bildungsausgaben stellen einen weiteren quantitativen Indikator für die Investition in Humankapital dar. Laut Bildungsfinanzbericht (Statistisches Bundesamt, 2017) lag der Bundesdurchschnitt bei den öffentlichen Bildungsausgaben im Jahr 2017 bei 1.516 Euro Grundmittel pro Einwohner, während der entsprechende Wert für NRW bei 1.587 Euro lag. Damit liegt NRW auf Platz eins der Flächenländer, mit einem knappen Vorsprung vor dem zweitplatzierten Hessen (1.558). Allgemeiner Spitzenreiter bei den öffentlichen Bildungsausgaben ist Hamburg mit 1.892 Euro Grundmittel pro Einwohner.

Auf Bundesebene liefert der Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016 (Graumann et al., 2016) aktuelle Ergebnisse zum Weiterbildungsbedarf beim Thema Digitalisierung. So geben insgesamt 35 Prozent der Unternehmen in der gewerblichen Wirtschaft Deutschlands an, dass Weiterbildung zu Digitalthemen für ihr Unternehmen „sehr wichtig“ sei und als „wichtig“ stufen dies zusätzlich noch einmal 32 Prozent der Unternehmen ein. Dabei bestehen deutliche Unterschiede bei der Bedeutung der Weiterbildung zwischen den Branchen: Besonders häufig wird Weiterbildung zu Digitalthemen in der IKT-Branchen sowie bei Finanz- und Versicherungsdienstleistern als wichtig eingeschätzt, eher geringer fallen hingegen die Anteile im Gesundheitswesen aus (Graumann et al., 2016, S.91). Inhaltlich sehen die Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft vor allem beim Thema Datensicherheit einen „hohen Bedarf“ (57 Prozent der

²⁶ Im Mikrozensus werden Personen ab dem 25. Lebensjahr und damit auch Senioren befragt. Im Vergleich dazu besteht die Stichprobe in der Adult Education Survey aus 18- bis 64-Jährigen. Da die Teilnahme an Weiterbildungen im höheren Alter geringer ausfällt als im erwerbsfähigen Alter trägt dies zur Diskrepanz der Teilnahmequoten bei. Darüber hinaus werden im Mikrozensus vor allem „klassische“ Weiterbildungsformate abgebildet, während die Adult Education Survey z.B. auch „Unterweisungen am Arbeitsplatz“ mit einschließt.

Unternehmen). Etwa ein Drittel der Unternehmen sieht hohen Bedarf bei den Themen Recherche, Analyse und Interpretation von Daten.

Abb. 4-2: Indikatoren für Weiterbildung



	Webildungsteilnahme ¹	Potenzialausschöpfung Weiterbildungsmaßnahmen ²	Öffentliche Weiterbildungsangebote ³	Gemeinschaftliche Weiterbildungsangebote ⁴	Privatwirtschaftliche Weiterbildungsangebote ⁵	Betriebliche Weiterbildungsangebote ⁶	Bildungsausgaben (Grundmittel je Einwohner in Euro) ⁷
NRW	10,35	90,93	5,23	0,013	0,440	42,47	1.587
Bund	12,30	100	6,90	0,015	0,445	47,45	1.516
Maximalwert (Bundesland)	14,77 (BW)	115,62 (BW)	10,71 (BW)	0,029 (ST)	0,745 (HH)	56,13 (BW)	1.892 (HH)

Anmerkung: Im Netzdiagramm ist für jeden Indikator der jeweilige Maximalwert unter allen Bundesländern auf den Wert 1 normiert; ¹ Anteil an über 25-Jährigen die an Weiterbildungen teilgenommen haben, in 2013; ² 100 = statistischer Erwartungswert der Teilnahmequote an Weiterbildung, in 2013; ³ Anzahl der Volkshochschulkurse pro 1.000 Einwohner, in 2013; ⁴ Gemeinschaftliche Weiterbildungseinrichtungen pro 1.000 Einwohner, in 2013; ⁵ Privatwirtschaftliche Weiterbildungseinrichtungen pro 1.000 Einwohner, in 2013; ⁶ Betriebliche Weiterbildungsangebote pro 1.000 Einwohner, in 2013; ⁷ Bezugsjahr 2017.

4.2 Forschung und Entwicklung

Für die Digitalisierung sind technologische Innovationen und neue Geschäftsmodelle fundamentale Treiber. Erfolgreiche und umfassende Aktivitäten im Bereich Forschung und Entwicklung

sind daher von hoher Bedeutung für mögliche Standortvorteile. Mit etwa 70 Hochschulen, etwa 776.000 Studierenden (Wintersemester 2016/2017²⁷), rund 100 an Hochschulen angesiedelten Forschungsinstituten und mehr als 50 außeruniversitären Forschungseinrichtungen besitzt NRW die dichteste Wissenschafts- und Forschungslandschaft Europas (BMBF 2016, S. 344). Ende 2016 wurde in NRW mit der „Digitalen Hochschule NRW“ eine neue Plattform für gemeinsame Digitalisierungs-Aktivitäten des Landes und der Hochschulen gegründet (Landesregierung NRW, 2016).²⁸ Die Handlungsfelder der Digitalen Hochschule umfassen die Bereiche Lehre, Forschung sowie Querschnittsthemen wie Infrastruktur und rechtliche Aspekte. Ein Beispiel für eine spezifische Aktivität ist das vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft NRW gemeinsam mit dem Stifterverband durchgeführte Programm „Fellowships für Innovationen in der digitalen Lehre“. Ziel dieser Programmlinie ist die Entwicklung und Erprobung digital gestützter Lehr- und Prüfungsformate sowie die Neugestaltung von Studienabschnitten durch die Nutzung digitaler Technologien. Ein Fellowship ist hierbei eine individuelle, personengebundene mit bis zu 50.000 EUR dotierte Förderung, die den Fellows Freiräume und Ressourcen für die Durchführung der Lehrinnovationen verschafft. In fünf Ausschreibungsrunden von 2017 bis 2021 sollen jährlich bis zu 40 dieser Fellowships vergeben werden.²⁹ Mit dem „Innovationspreis des Landes NRW“ wird darüber hinaus herausragende Forschung mit besonderer gesellschaftlicher Bedeutung und Anwendungsrelevanz geehrt. Der Innovationspreis wird dabei in drei Kategorien vergeben: a) für eine besondere Innovationsleistung (100.000 Euro Prämie), b) eine/n herausragende/n Nachwuchsforscher/in (50.000 Euro Prämie) und c) als Ehrenpreis.³⁰

Für Unternehmen ist es von hoher Bedeutung, die Chancen der Digitalisierung durch gezielte Investitionen nutzen zu können. Durch passende Fördermaßnahmen können die Unternehmen bei dieser wichtigen Aufgabe unterstützt werden, woraus sich im Erfolgsfalle positive Effekte auf den regionalen Wirtschaftsstandort ergeben können. In NRW existiert mit dem „Operationellen Programm für die Förderung von Investitionen in Wachstum und Beschäftigung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung“ (OP EFRE NRW) ein umfassendes Förderpaket für neue Technologien und innovative Unternehmen.³¹ Das OP EFRE NRW ist bis zum Jahr 2020 angelegt und umfasst ein Gesamtvolumen von 2,4 Milliarden Euro, das zur Hälfte aus EU-Fördergeldern stammt. Die Fördergelder werden anteilig auf vier Prioritätsachsen verteilt: a) Stärkung von Forschung, technologischer Entwicklung und Innovation (40 Prozent), b) Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) (15 Prozent), c) Reduktion der CO₂-Emissionen (25 Prozent) und d) Nachhaltige Stadt- und Quartiersentwicklung (20 Prozent).

²⁷ destatis Fachserie 11 Reihe 4.1 - endgültige Ergebnisse - Wintersemester 2016/2017.

²⁸ Der Vorstand der Digitalen Hochschule NRW besteht aus Vertreter/innen der Hochschulen sowie des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung NRW.

²⁹ Für nähere Informationen siehe <https://www.stifterverband.org/digital-lehrfellows>.

³⁰ Für nähere Informationen siehe <https://www.mkw.nrw/forschung/fortschritt-nrw/forschungsleistung-wuerdigen/>.

³¹ Für nähere Informationen siehe <https://www.efre.nrw.de/efre-programm/op-efre-nrw/>.

Im Rahmen des OP EFRE NRW hat die Landesregierung NRW den Förderwettbewerb „Forschungsinfrastrukturen“ gestartet, der vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes koordiniert wird (Landesregierung NRW, 2017). Das Ziel des Förderwettbewerbs ist es, das umsetzungsorientierte Forschungs- und Innovationspotenzial in NRW zu stärken und auszubauen. Förderfähig sind hierbei nachhaltige Konzepte zum Aus- und Aufbau, zur Erweiterung, Ausstattung und Modernisierung der Forschungsinfrastruktur sowie umsetzungsorientierte Forschungsvorhaben. Bewerbungen können sich Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Kompetenzzentren und Konsortien aus Wissenschaft, Wirtschaft und ggf. Verwaltung in NRW. In der ersten Wettbewerbsrunde 2016 wurden vom Auswahlgremium 18 Bewerbungen zur Förderung empfohlen, in der zweiten Wettbewerbsrunde 2017 waren es elf Vorhaben.³² Für das Jahr 2018 sind zwei weitere Einreichungsrunden geplant.

Im Jahr 2015 wurden in NRW FuE-Ausgaben in Höhe von insgesamt etwa 12,7 Mrd. Euro getätigt (Tab. 9-7). Höhere Ausgaben gab es lediglich in Baden-Württemberg (ca. 22,7 Mrd. Euro) und Bayern (17,4 Mrd. Euro). Werden die gesamten FuE-Ausgaben hingegen als Anteil des BIP des Landes gemessen, fällt NRW mit einem Anteil von knapp 2,0 Prozent im Bundeslandvergleich auf den elften Platz und liegt deutlich unterhalb des Bundesdurchschnittes in Höhe von 2,9 Prozent. Mit Anteilen von 4,9 Prozent bzw. 3,6 Prozent fallen die am bundeslandspezifischen BIP gemessenen FuE-Ausgaben in Baden-Württemberg und Berlin deutlich höher aus als in NRW. Auch bei einer tieferen Betrachtung nach unterschiedlichen Sektoren ist NRW bei den FuE-Ausgaben am BIP nur im unteren Mittelfeld der Bundesländer vertreten. Dabei belaufen sich die Ausgaben-Anteile in der Wirtschaft auf 1,1 Prozent (Rang 9), an Hochschulen auf 0,5 Prozent (Rang 10) und im Sektor Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck auf 0,3 Prozent (Rang 13). Bei den FuE-Ausgaben an Hochschulen liegt NRW damit genau im Bundesdurchschnitt, während der Bundesdurchschnitt in den Sektoren Wirtschaft (2,1 Prozent) sowie Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck (0,4 Prozent) in NRW unterschritten wird. Die vergleichsweise niedrigen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft könnten allerdings aus der Branchenstruktur NRWs resultieren. Die Studie „Ländervergleich Nordrhein-Westfalen - Indikatoren der industriellen Entwicklung“ (RWI, 2016) diskutiert in diesem Kontext die geringen Investitionen der Industrie und Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in NRW. Für NRW und den Bund präsentiert Tab. 9-8 die internen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft nach verschiedenen Wirtschaftszweigen für das Jahr 2015. So sind von den insgesamt knapp 7,4 Mrd. Euro internen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft in NRW etwa 6,4 Mrd. Euro dem Verarbeitenden Gewerbe zuzuschreiben. Auf den Wirtschaftszweig freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen entfallen in NRW hingegen etwa 0,5 Mrd. Euro. Im internationalen Vergleich mit ausgewählten OECD-Ländern bewegt sich die gesamtdeutsche FuE-Intensität deutlich unterhalb von beispielsweise Südkorea, der Schweiz, Japan oder Schweden (Abb. 9-2). Allerdings fällt der Anteil der Ausgaben für Forschung und

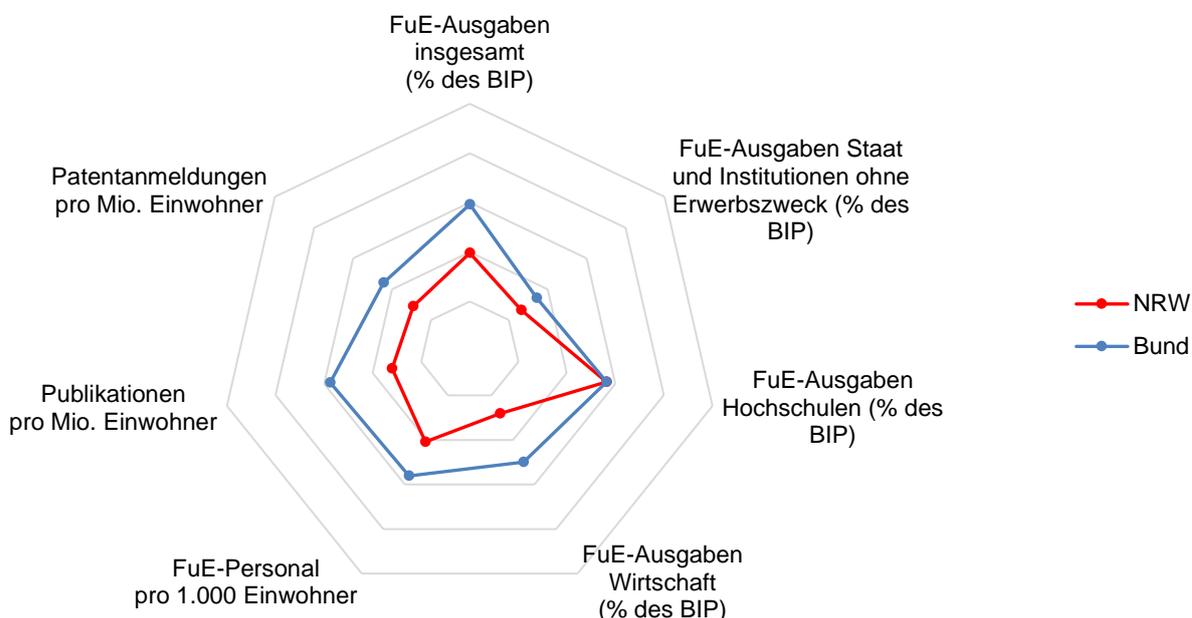
³² Eine Übersicht über die geförderten Vorhaben bietet <https://www.ptj.de/forschungsinfrastrukturen>.

Entwicklung am BIP in Deutschland deutlich höher als in Frankreich, China oder Großbritannien.

In Tab. 9-9 wird die Zahl des FuE-Personals (in Vollzeitäquivalenten) pro 1.000 Einwohner im Vergleich der Bundesländer dargestellt. In NRW lag im Jahr 2015 die Zahl des FuE-Personal bei insgesamt 5,67 Vollzeitäquivalenten pro 1.000 Einwohner und damit deutlich unterhalb des Bundesdurchschnitts (7,79 VÄ) sowie dem Spitzenreiter Baden-Württemberg (13,88 VÄ). Beim FuE-Personal rangiert NRW damit auf Rang 9 im Ländervergleich. Am stärksten vertreten ist das FuE-Personal in NRW dabei in der Wirtschaft (3,17 VÄ) und den Hochschulen (1,53 VÄ), weniger hingegen im Sektor Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck (0,97 VÄ). In diesem Sektor steht NRW auf Rang 13 im Ländervergleich des FuE-Personals.

Zwei weitere Maße um die erfolgreichen FuE-Aktivitäten zwischen den Bundesländern vergleichen zu können sind die Zahlen der Patentanmeldungen und wissenschaftlichen Publikationen in einer Region. Deutschlandweit wurden im Jahr 2015 pro eine Mio. Einwohner etwa 580 Patente angemeldet, in NRW waren es zur gleichen Zeit 380 Patente (Tab. 9-10). Im Bundesländervergleich steht NRW dabei zwar mit dem fünften Rang vergleichsweise gut da, während aber die Zahlen deutlich geringer ausfallen als in Baden-Württemberg (1.310 Patente/Mio. Einwohner) oder Bayern (1.190 Patente/Mio. Einwohner). Derweil schneidet NRW bei der Zahl der wissenschaftlichen Publikationen noch einmal schlechter ab. Mit 874 wissenschaftlichen Veröffentlichungen pro eine Mio. Einwohner werden in NRW nur etwa halb so viele Publikationen erreicht wie im Bundesdurchschnitt (1.572 wiss. Publikationen/Mio. Einwohner). In Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Bremen und Berlin werden jeweils mehr als 2.000 Publikationen veröffentlicht.

Abb. 4-3: Indikatoren für Forschung und Entwicklung



	FuE-Ausgaben insgesamt (% des BIP) ¹	FuE-Ausgaben Staat und Institutionen ohne Erwerbszweck (% des BIP) ¹	FuE-Ausgaben Hochschulen (% des BIP) ¹	FuE-Ausgaben Wirtschaft (% des BIP) ¹	FuE-Personal pro 1.000 Einwohner ¹	Publikationen pro Mio. Einwohner ¹	Patentanmeldungen pro Mio. Einwohner ¹
NRW	1,96	0,32	0,51	1,13	5,67	874	380
Bund	2,93	0,41	0,51	2,01	7,79	1.572	580
Maximalwert (Bundesland)	4,94 (BW)	1,2(BE)	0,9 (BE)	4,0 (BW)	13,88 (BW)	2.735 (HH)	1.310 (BW)

Anmerkung: Im Netzdiagramm ist für jeden Indikator der jeweilige Maximalwert unter allen Bundesländern auf den Wert 1 normiert; ¹ Bezugsjahr 2015.

4.3 Fazit zum Thema Digitale Bildung, Forschung und Entwicklung

Die zunehmende Digitalisierung erfordert eine auf die veränderten Qualifikationsanforderungen der Arbeitswelt zugeschnittene Bildungsstrategie, um einerseits die entstehenden Chancen zu nutzen und andererseits den Herausforderungen entgegenzutreten. Insgesamt lässt sich beim Thema Medienkompetenz festhalten, dass die Medienbildung nur schwach in den Kernlehrplänen in NRW verankert ist. Vielmehr liegt die Zuständigkeit bei den Schulen, die zur Erstellung individueller Medienkonzepte verpflichtet sind. Dabei werden die Schulen allerdings durch die Medienberatung NRW sowie die Landesanstalt für Medien NRW unterstützt. Mit dem Förderprogramm „Gute Schule 2020“ unterstützt die Landesregierung zugleich die Schulen bei Sanierungsvorhaben. Wie beispielsweise ein Bericht des WDR aus dem Januar 2018 zeigt, verläuft

die Förderung hier allerdings nur schleppend.³³ Laut der WDR-Recherche wurden von den 500 Millionen Euro, die im Jahr 2017 zur Verfügung standen, lediglich 223 Millionen Euro von den Kommunen abgerufen. Dass Anpassungen notwendig erscheinen zeigt sich auch an den niedrigen Platzierungen NRWs beim Länderindikator Schule digital sowie am Ranking des allgemeinen Bildungsmonitors, bei dem NRW den Bundesdurchschnitt unterschreitet.

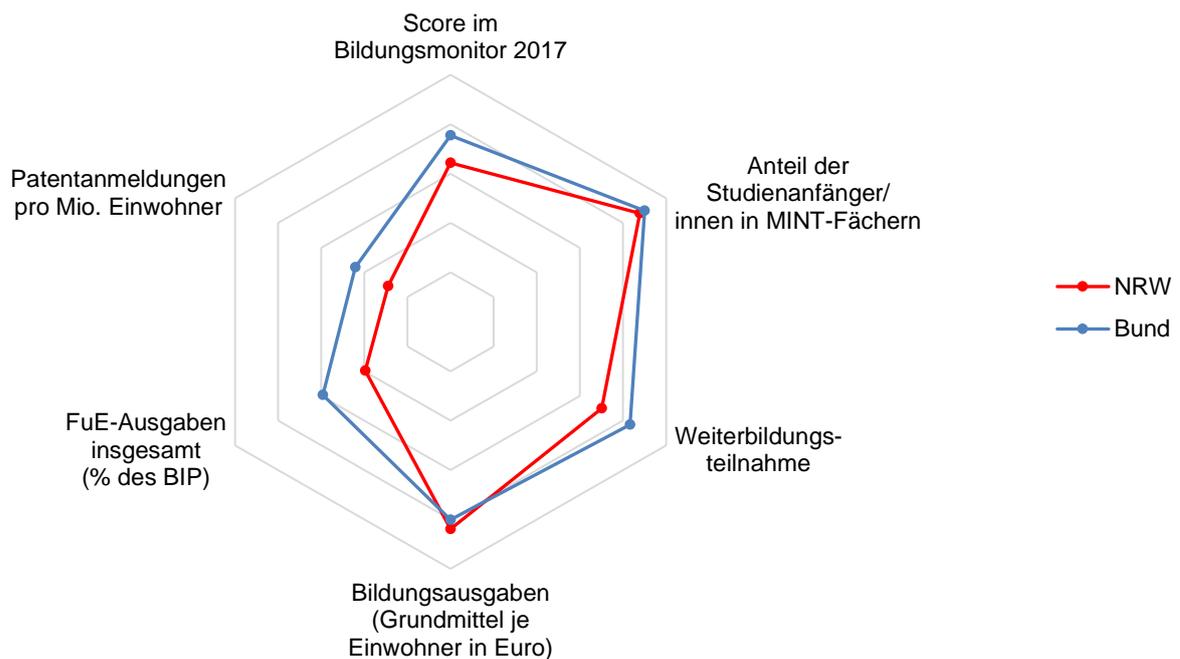
Aufgrund der dichten Hochschullandschaft schneidet NRW beim Thema MINT-Experten vergleichsweise gut ab. So ist die Zahl der Studienanfänger/innen im MINT-Bereich in keinem anderen Bundesland höher, während aber der Anteil an allen Studienanfänger/innen vor Ort in NRW etwa im Bundesdurchschnitt liegt. Ähnliches gilt für MINT-Auszubildende, die absolut gesehen in keinem anderen Bundesland stärker vertreten sind. Bei einer relativen Betrachtung im Verhältnis zu allen Auszubildenden liegt NRW hier allerdings deutlich unterhalb des Bundesdurchschnitts. Über die Ausbildung von MINT-Fachkräften hinaus ist vor dem Hintergrund der rasanten technologischen Entwicklungen und sich stetig ändernden Anforderungen in der Arbeitswelt eine kontinuierliche Aktualisierung von Fähigkeiten und Kenntnissen unerlässlich. Hier schneidet NRW beim Thema Weiterbildung vergleichsweise schlecht ab und liegt bei Teilnahme und Angeboten unterhalb des Bundesdurchschnitts. Werden allerdings öffentliche Bildungsausgaben als quantitativer Indikator für die Investition in Humankapital herangezogen, liegt NRW als bestes Flächenland über dem Bundesdurchschnitt. Um die Digitalisierungs-Aktivitäten von Hochschulen zu unterstützen wurde Ende 2016 mit der „Digitalen Hochschule NRW“ eine neue Plattform gegründet. Darüber hinaus zielt das Programm „Fellowships für Innovationen in der digitalen Lehre“ auf die Entwicklung und Erprobung digital gestützter Lehr- und Prüfungsformate. Eine flächendeckende Nutzung dieser Angebote könnte dazu beitragen, dass sich NRW beim digitalen Bildungsangebot positiv positionieren kann.

Im Vergleich zu den anderen Bundesländern fallen die FuE-Ausgaben in NRW relativ gering aus. Die einzige Ausnahme stellen hierbei die Hochschulen dar, bei denen die Ausgaben im Bundesschnitt liegen. Die relative Schwäche bei den FuE-Ausgaben könnte möglicherweise auf die Branchenstruktur in NRW zurückgeführt werden. Um hierüber tiefere Aussagen treffen zu können, sind allerdings weitere Analysen notwendig. Insgesamt gesehen deuten die in dieser Studie verwendeten Indikatoren, wie z.B. die Zahl der Patentanmeldungen pro Einwohner, auf eine unterdurchschnittliche Leistung NRWs im Bereich Forschung und Entwicklung hin. Da erfolgreiche FuE-Aktivitäten für die optimale Nutzung der neuen Möglichkeiten durch die Digitalisierung und für die Entwicklung innovativer Technologien entscheidend sind, könnten zu geringe FuE-Investitionen dazu führen, dass die Wachstumspotenziale der Digitalisierung nicht voll ausgeschöpft werden. Im Rahmen des OP EFRE NRW und des Förderwettbewerbs „Forschungsinfrastrukturen“ verfolgt die Landesregierung NRW daher das Ziel, das umsetzungsorientierte Forschungs- und Innovationspotenzial in NRW zu stärken und auszubauen. Um die potenziellen Erfolge dieser

³³ Siehe hierzu: <https://www1.wdr.de/nachrichten/landespolitik/gute-schule-sanierung-hintergrund-100.html>.

Bemühungen zu messen und einordnen zu können, könnten begleitende Evaluationsstudien einen wichtigen Beitrag leisten.

Abb. 4-4: Indikatoren Digitale Bildung sowie Forschung und Entwicklung



	Score im Bildungsmonitor 2017 ¹	Anteil der Studienanfänger/innen in MINT-Fächern ²	Weiterbildungsteilnahme ³	Bildungsausgaben (Grundmittel je Einwohner in Euro) ⁴	FuE-Ausgaben insgesamt (% des BIP) ⁵	Patentanmeldungen pro Mio. Einwohner ⁵
NRW	45,3	39,5	10,35	1.587	1,96	380
Bund	53,1	40,5	12,3	1.516	2,93	580
Maximalwert (Bundesland)	70,4 (SN)	45,0 (BW)	14,77 (BW)	1.892 (HH)	4,94 (BW)	1.310 (BW)

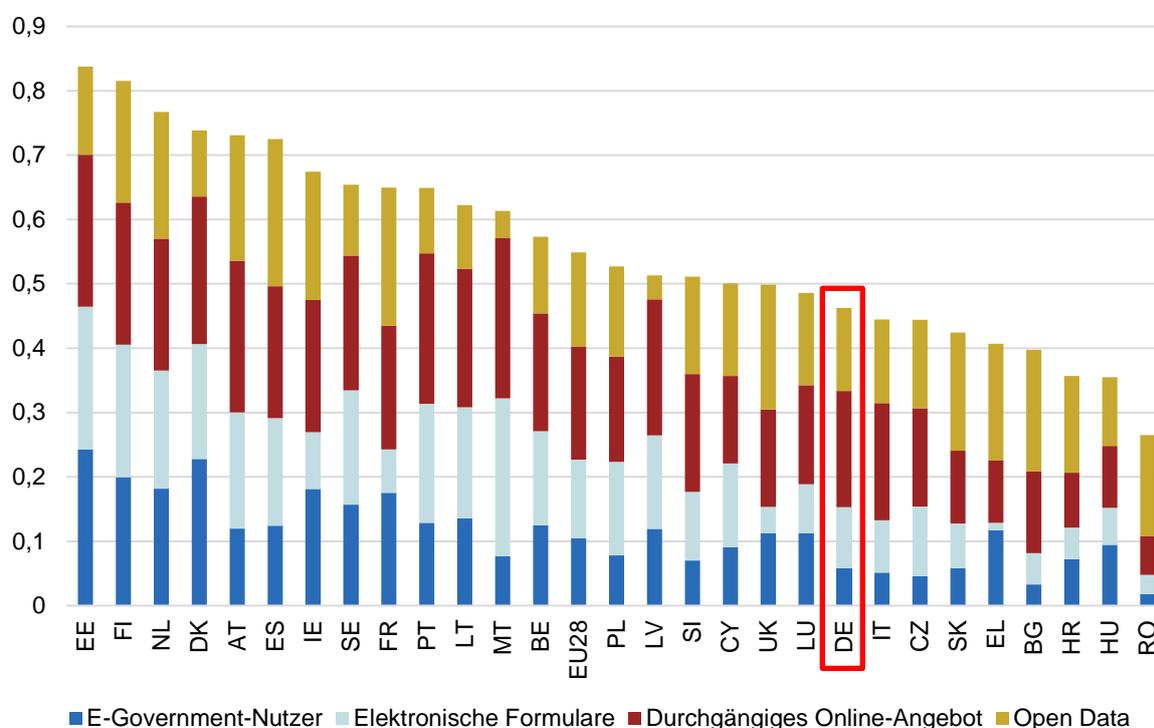
Anmerkung: Im Netzdiagramm ist für jeden Indikator der jeweilige Maximalwert unter allen Bundesländern auf den Wert 1 normiert; ¹ Der Score im Bildungsmonitor 2017 basiert auf 93 Indikatoren (Anger et al., 2017); ² 1. Fachsemester im Wintersemester 2015/16; ³ Anteil an über 25-Jährigen die an Weiterbildungen teilgenommen haben; ⁴ Bezugsjahr 2017; ⁵ Bezugsjahr 2015.

5 Digitale Verwaltung

E-Government umfasst die Digitalisierung der Behördeninteraktion mit Bürgern und Unternehmen als auch innerhalb der Verwaltung, wovon man sich Effizienzgewinne in Milliardenhöhe verspricht. Zudem wird darunter auch das Konzept Open Government verstanden, bei dem sich das Regierungshandeln der Bevölkerung im Sinne der Transparenz öffnet und erhobene Daten öffentlich bereitgestellt sowie die Möglichkeit einer Teilhabe geschaffen wird.

In seinem neuen Jahresgutachten mahnt der Normenkontrollrat diesbezüglich erneut dringenden Handlungsbedarf in Deutschland an (Normenkontrollrat, 2017). Dabei geht es insbesondere um den elektronischen Kontakt von Bürgern und Unternehmen mit Behörden (siehe beispielsweise Eurostat, 2018), aber auch um digitale Schnittstellen zwischen Behörden. Der aktuelle E-Government Monitor der Initiative D21 (2017) zeigt sogar einen Rückgang unter den 1.000 Befragten in Deutschland bei der Nutzung von E-Government-Angeboten im Jahres- und Ländervergleich (Schweiz und Österreich) auf, der unter anderem mit der Unzufriedenheit über das Online-Angebot und Datenschutzbedenken erklärt wird. Auf Unternehmensebene ist es ebenfalls nur eine Minderheit, die spezifische E-Government-Angebote nutzt, wie zum Beispiel das vollständige elektronische Abwickeln der Umsatzsteuererklärung oder die Nutzung elektronischer Auftragsvergabesysteme (Bertschek et al., 2016c).

Abb. 5-1: Index zur Digitalisierung öffentlicher Dienste (DESI) nach EU-Mitgliedstaaten



Quelle: Europäische Kommission (2017a), Berechnungen des ZEW. Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2016 und alle vier Indikatoren fließen mit gleichem Gewicht in die Berechnung des Index ein, der den Wert 1 bei vollständiger Digitalisierung annimmt.

Im internationalen Vergleich liegt Deutschland beim Angebot und der Nachfrage von E-Government teilweise weit abgeschlagen. Innerhalb der 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union reicht es nur für den unterdurchschnittlichen 20. Platz bei der Digitalisierung öffentlicher Dienste laut dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) (Europäische Kommission, 2017a). Dieser umfasst drei Dimensionen: Erstens die elektronische Behördeninteraktion von Bürgern und Bürgerinnen (gemessen mittels Anteil der Internetnutzer, die ausgefüllte Formulare per Internet an öffentliche Behörden schicken). Zweitens die Durchgängigkeit von Online-Angeboten (gemessen durch i) das Ausmaß, in dem Formulare bereits Informationen enthalten, die den öffentlichen Behörden bekannt sind und ii) das Ausmaß, in dem die Kommunikation mit Behörden online vollzogen werden kann). Drittens die Bereitstellung von Open Data (gemessen als Anteil eines Höchstwerts). Abb. 5-1 zeigt für Deutschland hinsichtlich jeder dieser Dimensionen große Defizite auf, wobei insbesondere die Nutzung von E-Government auf einem sehr geringen Niveau liegt. Bei dem etwas weiter gefassten E-Government Development Index der UN (2016), der neben Online-Angeboten auch Infrastruktur und Humankapital berücksichtigt, befindet sich Deutschland ebenfalls nur auf dem 15. Platz, insbesondere mit Defiziten bei ganzheitlich digitalen Lösungen. Laut dem jüngst erschienenen E-Government Benchmark der Europäischen Kommission (2017b), bei dem 10.000 Webseiten der 28 Mitgliedsstaaten hinsichtlich der Qualität und Quantität digitaler Behördendienste untersucht wurden, machen deutsche Verwaltungen Fortschritte und befinden sich in einzelnen Kategorien, wie der Transparenz, bereits über dem europäischen Durchschnitt.

Ein häufig geäußertes Hemmnis von E-Government, beispielsweise vom nationalen Normenkontrollrat (2017), ist die fehlende Zusammenarbeit und Koordination zwischen unterschiedlichen Verwaltungsebenen. Um dies zu adressieren, schreibt das im Dezember 2016 in Kraft getretene Onlinezugangverbesserungsgesetz Bund, Ländern und Kommunen nun vor, Verwaltungsleistungen innerhalb von fünf Jahren online und in einem Verbund der Verwaltungsportale anzubieten (EFI, 2017).

Mit dem zum 16.07.2016 in Kraft getretenen E-Government-Gesetz NRW setzt sich das Bundesland zusätzlich selbst einen rechtlichen Rahmen für die digitale Verwaltung und zudem einen zeitlichen Plan für die Umsetzung. Zum einen soll die Verwaltung digitalisiert werden, vornehmlich sollen Abläufe optimiert und medienbruchfrei gestaltet werden, beispielsweise durch die Einführung der elektronischen Aktenführung bis 2022, die 500 Landesbehörden und 60.000 Mitarbeiter betrifft, und einem Normenscreening, um zu prüfen, bei welchen Vorschriften eine elektronische Identifikation möglich wäre. Zum anderen soll die Interaktion mit der Verwaltung seitens der Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen digitaler werden, beispielsweise durch elektronische Zugänge und Kommunikation, elektronische Bezahlmöglichkeiten ab 2019, Verwaltungsverfahren auf elektronischem Wege ab 2021 und die Bereitstellung von Informationen. Eine jüngste Änderung am Gesetz adressierte elektronische Rechnungen im öffentlichen Auftragswesen, wonach Unternehmen bei großen sowie kleinen Vergaben zukünftig verpflichtet

werden können elektronische Rechnungen zu stellen, um den Anteil von E-Rechnungen an die Landesverwaltung von derzeit weniger als 10 Prozent zu erhöhen.³⁴

Der aktuelle Koalitionsvertrag (NRW, 2017) sieht zudem die Schaffung von Rahmenbedingungen vor, um die gesamte Landesverwaltung bis 2025 bereits vollständig zu digitalisieren. Gelingen soll dies durch die Erarbeitung einer E-Government-Strategie sowie dem Setzen von Zwischenzielen, wie beispielsweise elektronischen Bezahlungsmöglichkeiten bis 2020 und Akzeptanz elektronischer Identitätsnachweise bei Landesbehörden. Daneben soll unter anderem noch ein Ministerium und Mittelbehörde als digitales Vorbild fungieren sowie ein einheitliches Bürgerportal und Open Data-Gesetz geplant sein. Gerade zu den letzteren Punkten hat Nordrhein-Westfalen bereits auch Instrumente auf den Weg gebracht.

Seit 01. Januar 2018 gibt es das Servicekonto.NRW als zentrales Portal, welches Nutzern ermöglicht sich mit Hilfe einer zentralen Identität bei allen verfügbaren Verwaltungsangeboten anzumelden. Die einmalige Eingabe notwendiger Daten („once only“-Prinzip) genügt, um danach weitere Verwaltungsangebote auf Land- und Kommunalebene zu nutzen. Jeder öffentlichen Verwaltung ist es möglich eigene Online-Dienste zu integrieren, um dort der Bevölkerung Serviceangebote zu offerieren. Hinsichtlich Open Government hat die im Jahre 2014 verabschiedete Open.NRW-Strategie neben der Partizipation der Bürger insbesondere das Ziel der Bevölkerung „Open Data“ bereitzustellen, vornehmlich durch das Portal Open.NRW, auf dem sich mittlerweile mehr als 3.000 offene Datensätze aus dem Land kostenfrei und maschinenlesbar befinden.³⁵ Flankierend wurden Strukturen für die Umsetzung geschaffen, beispielsweise durch die Errichtung einer Geschäftsstelle, einem Ansprechpartner in jedem Ministerium und die Förderung von Anwendungsbeispielen. Übergeordnet errichtet das Land zudem fünf digitale Modellkommunen (Aachen, Gelsenkirchen, Soest, Wuppertal und Paderborn/Ostwestfalen-Lippe) in unterschiedlich geprägten Regierungsbezirken, bei denen digitale Angebote für Unternehmen und Haushalte geschaffen werden, sowie der interne Ablauf der Verwaltung digitalisiert werden soll. Als Pilotprojekte entwickelt, sollen diese in der Praxis getestet und etabliert werden, um schließlich als Referenzen auf andere Kommunen übertragen werden zu können. Ein beispielhaftes Ziel ist die Errichtung eines digitalen Bürger- und Gewerbeamtes bis 2020.³⁶ Die Landesregierung fördert diese fünf Kommunen, flankiert durch private Investitionen in zweistelliger Millionenhöhe, mit insgesamt 91 Millionen Euro. Bereits im Jahr 2014 hat die Bundesregierung ebenfalls acht E-Government Modellkommunen pilotiert, um Potenziale des E-Government-Gesetzes des Bundes aus 2013 aufzuzeigen, von denen drei in Nordrhein-Westfalen angesiedelt waren.

Eine erste Auswertung solcher E-Government-Projekte nach Bundesländern ermöglicht die Übersicht regionaler Vorhaben des IT-Planungsrats³⁷, die zur Vorstellung von Projekten in

³⁴ Siehe https://www.wirtschaft.nrw/Daten_Fakten_Entfesselungspaketzwei.

³⁵ Siehe <https://open.nrw/suche>, Stand der Recherche 20.02.2018.

³⁶ Siehe <https://www.wirtschaft.nrw/digitale-modellregionen>.

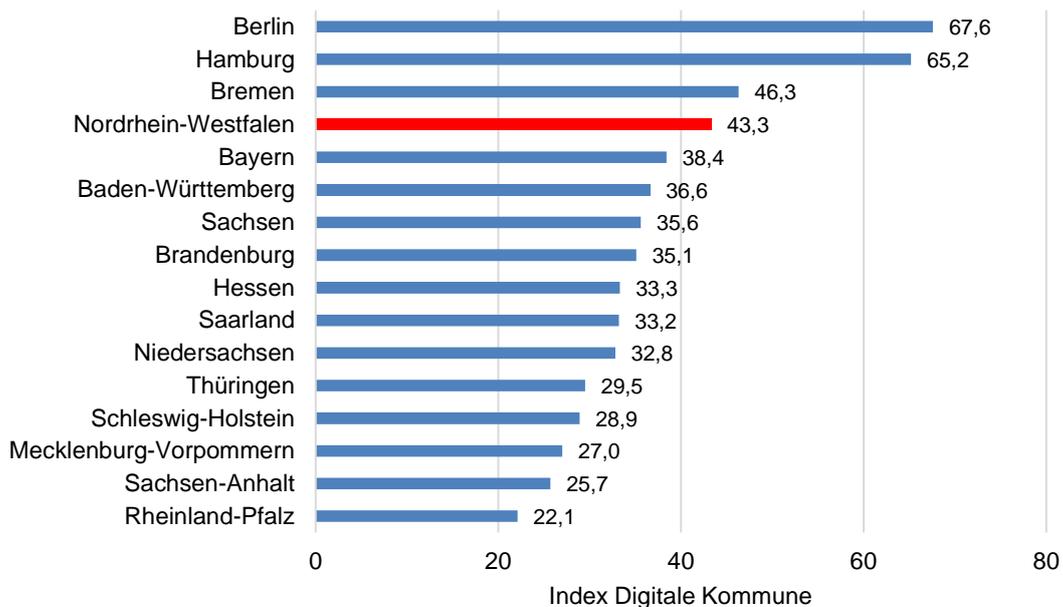
³⁷ Siehe https://www.it-planungsrat.de/SiteGlobals/Forms/Suche/NEGSSuche_aktiv_Formular.html?nn=7051734, Stand der Recherche vom 19.02.2018.

Bund, Ländern und Kommunen dient. Durch Darstellung wichtiger Eckdaten soll ein Austausch über erfolgreiche Vorhaben und eine engere Zusammenarbeit geschaffen werden, die auch Mehrfachentwicklungen vorbeugen soll. Analysiert nach dem beteiligten Bundesland des jeweiligen E-Government-Projekts in Abb. 9-3 ergeben sich für Nordrhein-Westfalen insgesamt 36 eingetragene Vorhaben, aufgeteilt in 25 aktive und 11 abgeschlossene Aktivitäten. Im Vergleich befindet sich das Land auf dem zweiten Rang hinter Mecklenburg-Vorpommern und ist damit weit überdurchschnittlich, insbesondere hinsichtlich aktiver Projekte. Die vom Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Opiela et al., 2017) durchgeführte und bis dato umfangreichste Studie zu Online-Angeboten von Kommunen untersucht deutschlandweit Verwaltungen hinsichtlich der Bewältigung unterschiedlicher Herausforderungen von E-Government. Diese umfassen laut Opiela et al. (2017) zum einen die Auffindbarkeit von Informationen gemessen anhand der Suchwege zu Formularen, Position in der Google-Suchanfrage und Anzahl fehlender Weiterleitungen (Index Zugang, 10 %) und zum anderen die Benutzbarkeit der Website gemessen anhand der Eigenschaften der kommunalen Website (Anzahl der Tracker und Cookies, Verbindungszeit, Datenvolumen, Optimierung für mobile Endgeräte und Ansprechbarkeit per https; Index Benutzbarkeit, 15 %). Daneben berücksichtigt der Index das Angebot an kommunalen Online-Diensten (Index Nutzen, 35 %) durch den Anteil an vollständig digitalisierten Verfahren von fünf Diensten (Antrag auf Baugenehmigung, Gewerbeanmeldung, Neuzulassung eines Fahrzeugs, Wohngeld und Melderegisterauskunft) sowie die Möglichkeit einer digitalen Statusabfrage des Bearbeitungsstands von diesen Diensten (5 %). Ferner basiert der Index auf der Zusammenarbeit mit anderen Verwaltungsebenen durch Weiterleitungen zu zuständigen Stellen (10 %), der Möglichkeit einer elektronischen Bezahlung von Dienstleistungen und der Verfügbarkeit eines Bürgerkontos (5 %) sowie der Offenheit kommunaler Webportale durch den Einsatz sozialer Medien und der Verfügbarkeit von Online-Bürgerbeteiligung, Online-Anliegenmanagement, Open Data und Angaben über öffentliche WLAN-Hotspots (Index Offenheit, 20 %). Auf diesen Einzelindikatoren basierend berechnen die Autoren den Index Digitale Kommune, der in Abb. 5-2 im Bundesländervergleich dargestellt ist. Nordrhein-Westfalen ist das erstplatzierte Flächenland hinter den drei Stadtstaaten mit einem überdurchschnittlichen Wert von 43. Gleichwohl zeigt dieses geringe Niveau den allgemeinen Rückstand bei der Digitalisierung von Kommunen in Deutschland. Die Autoren stellen jedoch auch ein gutes Abschneiden von kleineren Städten in Nordrhein-Westfalen wie Kalkar, Gütersloh und Hamm fest. Nach den in Abb. 9-4 dargestellten Einzelindikatoren weist das Bundesland relativ hohe Werte für den Zugang und die Benutzbarkeit von E-Government-Angeboten auf, während man sich hinsichtlich Offenheit und Nutzen auf dem geringeren Niveau von anderen führenden Flächenstaaten wie Bayern und Baden-Württemberg befindet.

Neben der Analyse von E-Government-Angeboten ist die Nachfrage nach diesen ebenfalls relevant. Aktuelle Umfrageergebnisse von Eurostat (2018), die in Abb. 5-3 dargestellt sind, ermöglichen den Vergleich nach Bundesländern bezüglich der Nutzung von E-Government auf Haushaltsebene. Zum einen umfasst dies relativ allgemein den elektronischen Behördenkontakt. Demnach interagierte mehr als die Hälfte der Bevölkerung in Nordrhein-Westfalen im vergangenen Jahr mit Verwaltungen online. Zum anderen wird die konkrete Nutzung elektronischer Formulare abgefragt von denen nur weniger als zwanzig Prozent der Bevölkerung Gebrauch

machte. Hinsichtlich beider Dimensionen befindet sich das Bundesland lediglich im oberen Mittelfeld, wobei wiederum das allgemeine Niveau eine ebenso niedrige Nachfrage nach E-Government deutschlandweit widerspiegelt.

Abb. 5-2: Index Digitale Kommune nach Bundesländern



Quelle: Opiela et al. (2017), Berechnungen des ZEW. Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2016 und der Index setzt sich zusammen aus den Indikatoren Zugang (10 %), Benutzbarkeit (15 %), Nutzen (35 %), Statusabfragen (5 %), Zusammenarbeit von Verwaltungen (10 %), elektronische Bezahlung/Bürgerkonto (5 %) und Offenheit (20%). Gewichtige Einzelindikatoren sind dargestellt in Abb. 9-4.

Einzig die elektronische Steuererklärung ELSTER kann als sehr erfolgreich nachgefragtes E-Government-Angebot in Deutschland aufgeführt werden. Laut dem Fortschrittsbericht der ehemaligen Landesregierung zum digitalen Wandel aus dem Jahre 2016 benutzt jeder Zweite in Nordrhein-Westfalen diese Anwendung. Deutschlandweit beträgt die Zahl der elektronischen Steuererklärungen 21 Millionen in 2016.³⁸ Um das Interesse nach diesem Angebot und weiteren konkreten E-Government-Angeboten im Bundesländervergleich zu untersuchen, wird in Abb. 9-5 das relative Volumen von Suchanfragen³⁹ nach unterschiedlichen Anwendungen (ELSTER, DE-Mail, AusweisApp, AusweisApp2) betrachtet⁴⁰, die auf Google aus den einzelnen Bundesländern gestellt wurden. Demnach werden im Vergleich zu anderen Bundesländern in Nordrhein-Westfalen weniger häufig Suchanfragen nach bewährten Anwendungen, wie ELSTER oder die für den elektronischen Personalausweis relevante Software AusweisApp, gestellt. Da-

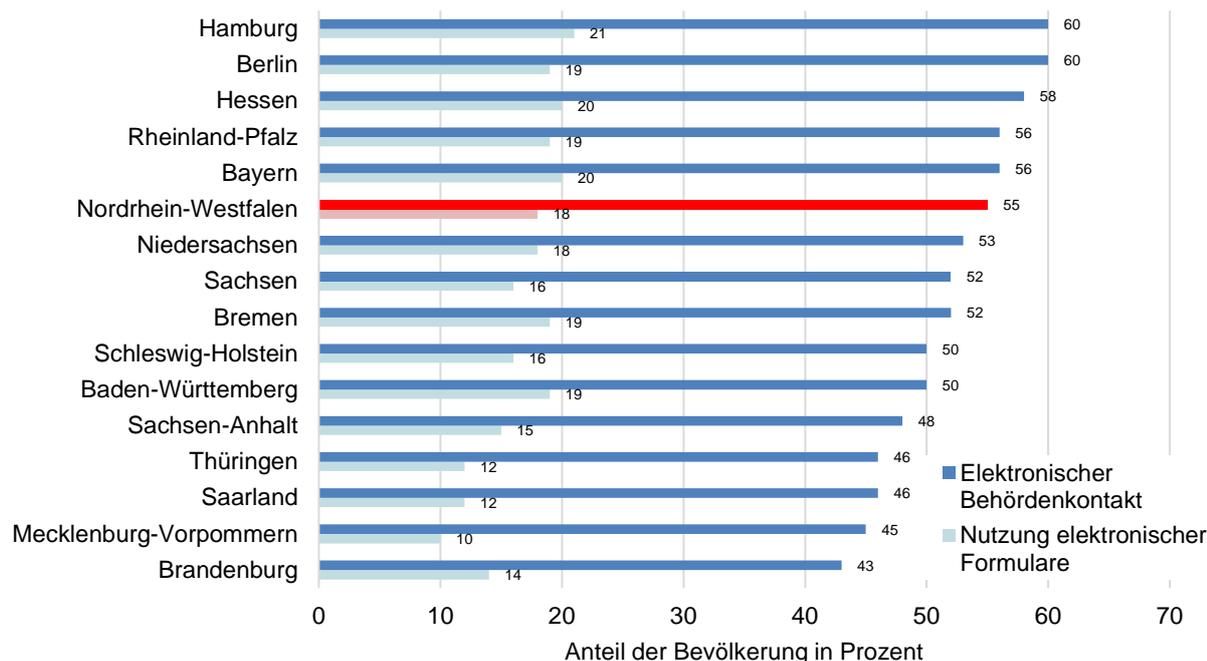
³⁸ Siehe <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/ELSTER-21-Millionen-Steuererklaerung-per-Internet.html>.

³⁹ Relatives Suchvolumen meint den Anteil des Suchvolumens nach dem Suchbegriff am gesamten Suchvolumen im Bundesland relativ zum führenden Bundesland. Mehr Informationen dazu sind zu finden unter <https://support.google.com/trends/answer/4355212>.

⁴⁰ Thematisch ähnliche Suchbegriffe werden von Google im Rahmen von Google Trends aggregiert. Diese werden dann beispielsweise als „Elster (Software)“ zur Auswahl angeboten.

gegen verzeichnet das Land überdurchschnittlich häufig Suchanfragen nach der für die elektronische Kommunikation mit Behörden benötigten DE-Mail und für die jüngst neu erschienene Version der AusweisApp, was auf ein erhöhtes Interesse an neuen E-Government-Anwendungen hindeutet.

Abb. 5-3: Nutzung von E-Government auf Haushaltsebene nach Bundesländern



Quelle: Eurostat (2018), Berechnungen des ZEW. Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2017 und sind definiert als der Anteil der Bevölkerung, die im Jahr 2017 angegeben hat, innerhalb der letzten 12 Monate i) das Internet genutzt zu haben, um mit der öffentlichen Verwaltung zu interagieren bzw. ii) ausgefüllte Formulare elektronisch an die öffentliche Verwaltung zu übermitteln.

Die digitale Verwaltung umfasst neben E-Government aber auch das Konzept des Open Government, einer Offenheit, die unter anderem das Bereitstellen und Einbeziehen von Informationen beinhaltet. Als ein Maß für diese Transparenz des Regierungshandelns und gleichermaßen der Teilhabe von Bürgern können analog zu Opiela et al. (2017) Informationsfreiheitsanfragen zum Ersuchen amtlicher Informationen betrachtet werden. Die Open Knowledge Foundation Deutschland e.V. trägt diese auf dem Portal „FragDenStaat.de“ zusammen und versieht diese mit weiteren Informationen, darunter auch das befragte Bundesland und den Bearbeitungsstatus. In Abb. 9-6 sind entsprechend die Anteile an erfolgreichen und abgelehnten Informationsfreiheitsanfragen nach Bundesländern abgetragen.⁴¹ Nordrhein-Westfalen ist mit mehr als einem Drittel erfolgreicher Anfragen auf Rang 3, während sich das Land beim Anteil abgelehnter Anträge eher im Mittelfeld befindet. Die Gesamtanzahl an Informationsfreiheitsanfragen

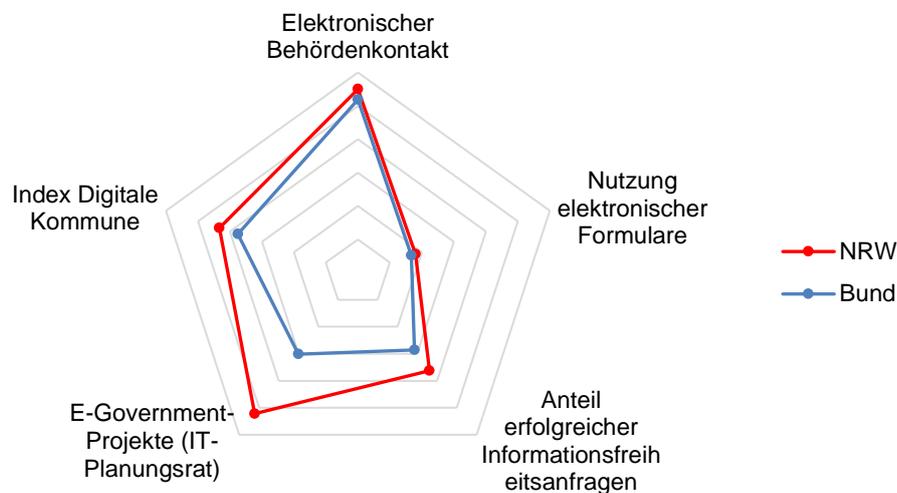
⁴¹ Siehe <https://fragdenstaat.de/anfragen/>, Stand der Recherche 20.02.2018.

in Nordrhein-Westfalen liegt bei 1789, womit man – auch der Einwohnerzahl geschuldet – den Höchstwert aufweist, gefolgt von dem zweitplatzierten Bundesland Hamburg mit 973 Anfragen.

5.1 Fazit zum Thema Digitale Verwaltung

E-Government ist in Deutschland sowohl hinsichtlich Angebot als auch Nachfrage noch immer auf einem sehr geringen Niveau, insbesondere auch im internationalen Vergleich, wie der 20. Platz bei der Digitalisierung öffentlicher Dienste innerhalb der europäischen Mitgliedsländern zeigt. Studien und Daten, die in Abb. 5-4 vereinfacht abgebildet sind, zeigen für Nordrhein-Westfalen jedoch im Vergleich mit den anderen Bundesländern überdurchschnittliche Werte hinsichtlich der digitalen Verwaltung und deren Interaktion mit Bürgern und Unternehmen. Die Verwaltungen des Landes verfügen demnach über mehr digitale Angebote und eine leicht höhere Nachfrage nach diesen. Zudem besteht ein gesteigertes Interesse an neuen E-Government-Anwendungen sowie an einer Teilhabe seitens der Bevölkerung. Vielversprechende Instrumente wie Servicekonto.NRW, Open.NRW und digitale Modellkommunen, die von Studien identifizierte Hemmnisse adressieren, könnten die digitale Verwaltung in NRW auf ein allgemein höheres Niveau heben.

Abb. 5-4: Indikatoren für digitale Verwaltung



	Indikatoren für digitale Verwaltung				
	Digitale Kommune (Index)	Elektronischer Behördenkontakt (Anteil)	Nutzung elektronischer Formulare (Anteil)	Erfolgreiche Informationsfreiheitsanfragen (Anteil)	E-Government-Projekte (IT-Planungsrat) ²
NRW	43,3	55,0	18,0	36,2	52,2
☉Bund	37,5 ¹	51,9 ¹	16,8 ¹	28,6 ¹	30,2 ¹

¹ Durchschnitt der Bundesländer, ² Der Maximalwert unter allen Bundesländern ist auf den Wert 100 normiert

6 Digitales Gesundheitswesen

Durch die zunehmende Digitalisierung lassen sich Versorgungsstrukturen und -abläufe im Gesundheitswesen neu gestalten und verbessern. Daraus ergeben sich Chancen, wie bspw. verbesserte Behandlungsmethoden, aber auch Herausforderungen und Risiken, z.B. hinsichtlich des Datenschutzes. Das Gesundheitswesen gilt im Vergleich zu anderen Branchen der deutschen Wirtschaft als bislang wenig digitalisiert (siehe Wirtschaftsindex DIGITAL, Graumann et al., 2017), obgleich hier zahlreiche Ansatzpunkte für Effizienzsteigerungen und für eine bessere Gesundheitsversorgung vorhanden sind. Dabei geht es beispielsweise um den Einsatz digitaler Technologien für die Telemedizin, die Nutzung von Big Data für die personalisierte Medizin, aber auch um Gesundheits-Apps oder Smart Wearables.

Seit Ende 2015 ist das nationale E-Health-Gesetz (Gesetz für sichere digitale Kommunikation und Anwendungen im Gesundheitswesen) in Kraft. Ziel ist hierbei die Einführung einer digitalen Infrastruktur mit höchsten Sicherheitsstandards sowie die Einführung nützlicher Anwendungen für die elektronische Gesundheitskarte.⁴² Mit der E-Health-Strategie der Bundesregierung befassen sich zwei vom Bundesministerium für Gesundheit in Auftrag gegebene Studien: Zum einen werden „Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps“ diskutiert (CHARISMHA, 2016) und zum anderen die Zielsetzung, Handlungsfelder und potenziellen Maßnahmen einer E-Health-Strategie erörtert (Strategy& und PwC, 2016).

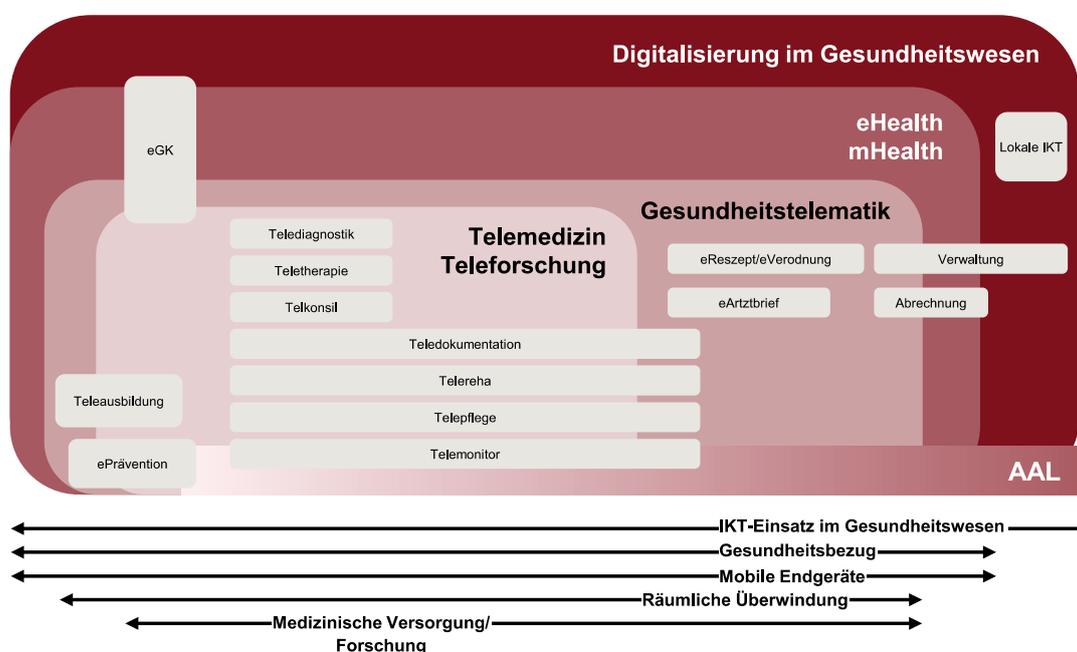
Allgemein wird E-Health-Anwendungen das Potenzial zugeschrieben, aktuellen Herausforderungen wie dem demographischen Wandel, Kostendruck im Gesundheitswesen, Fachkräftemangel oder der flächendeckenden Sicherstellung der Gesundheitsversorgung zu begegnen. Eine Studie von Strategy& und PwC (2017) schätzt, dass beim vollständigen Erreichen eines „idealen“ Referenzrahmens das jährliche Effizienzpotenzial durch E-Health im deutschen Gesundheitswesen 39 Mrd. Euro beträgt. Bei der Diskussion von Handlungsoptionen zum Erreichen dieses Effizienzpotenzials stehen dabei der systematische Ausbau der Telematikinfrastruktur sowie die Umsetzung einer persönlichen elektronischen Patientenakte im Fokus. Auf die Einsparpotentiale der elektronischen Patientenakte, e-Gesundheitskarte und e-Rezepte weist auch die Studie von Bitkom und Fraunhofer ISI (2012) hin, die für diese Bereiche ein jährliches Einsparpotenzial von insgesamt 7,4 Mrd. Euro berechnen. Darüber hinaus misst diese Studie neuen Diensten im Bereich E-Health wie Ferndiagnose, -konsultation, -behandlung, -überwachung, sowie dem Ambient Assisted Living ein jährliches Wachstumspotenzial in Höhe von 2,6 Mrd. Euro bei. Wie die Studie beschreibt, umfasst der gesellschaftliche Gesamtnutzen neben den Effizienzgewinnen und Wachstumsimpulsen auch die Auswirkungen auf die Lebensqualität. Zu den Potenzialen einer steigenden Lebensqualität liefert die Studie allerdings keine quantitativen Ergebnisse.

Da eine einheitliche Definition des Begriffs „E-Health“ bislang kaum verbreitet ist, wird zu Beginn der Studie von Strategy& und PwC (2016) eine entsprechende Taxonomie eingeführt, die auf

⁴² Weitere Informationen unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/e-health-gesetz.html/>.

den folgenden zwei Ebenen beruht: Anwendungsfelder und Anwendungsarten (siehe Abb. 6-1). Die „Digitalisierung im Gesundheitswesen“ ist der umfassendste Begriff auf der Ebene der Anwendungsfelder dieser Taxonomie. Er umfasst Veränderungen und Innovationen im Bereich der Gesundheitsversorgung, die Effizienzsteigerung interner Prozesse wie auch die Vernetzung von Akteuren durch den Einsatz von IKT im Gesundheitswesen. Der gesundheitsbezogene Einsatz von IKT im Gesundheitswesen wird als E-Health bezeichnet, wobei dieser auch mit Hilfe mobiler Endgeräte erbracht werden kann (mHealth). Gesundheitsbezogen sind Einsätze im Gesundheitswesen dann, wenn sie grundsätzlich der Gesundheit dienen oder diese fördern, beispielsweise im Rahmen der Diagnose oder Therapie. Gesundheitstelematik bezeichnet den Einsatz von IKT im Gesundheitswesen, bei dem sowohl räumliche als auch zeitliche Distanzen bei der Erbringung von gesundheitsbezogenen Leistungen durch IKT überwunden werden. Auf Basis der Gesundheitstelematik fokussieren sich die Anwendungsfelder Telemedizin, d.h. die Erbringung medizinischer Dienstleistungen, sowie die Teleforschung, d.h. die medizinische Forschung, auf das medizinische Umfeld. Das letzte Anwendungsfeld in der Taxonomie nach Strategy& und PwC (2016) stellt das Ambient Assisted Living (AAL) dar, welches auf das selbständige häusliche Leben durch technische Assistenz abzielt. Dieses Anwendungsfeld erstreckt sich allerdings auch auf den Einsatz von IKT außerhalb des Gesundheitswesens, wie z.B. der Wohnungswirtschaft.

Abb. 6-1: Darstellung und Abgrenzung von Anwendungsarten der Digitalisierung im Gesundheitswesen



Quelle: Strategy& und PwC (2016), S. 27.

Aufbauend auf den beschriebenen Anwendungsfeldern werden in der zweiten Ebene der Taxonomie Anwendungsarten bzw. verschiedene Einzelanwendungen unterschieden (weiß eingerahmte Begriffe in Abb. 6-1). So ermöglicht beispielsweise das eRezept/die eVerordnung die papierlose elektronische Erstellung und Ablage von Rezepten und Verordnungen, wobei mit Hilfe von elektronischen Medien eine Übermittlung zwischen Leistungserbringern stattfinden kann. Darüber hinaus ermöglicht die elektronische Gesundheitskarte (eGK) den orts- und zeitunabhängigen Zugriff auf relevante Patientendaten unter Nutzung der Telematikinfrastruktur als hochsicheren Kommunikationskanal.

Unter dem Begriff Telediagnostik werden Anwendungen zusammengefasst, die mittels IKT das Ziel einer räumliche Distanzen überwindenden Diagnose verfolgen. Darunter fallen beispielsweise Arztgespräche per Videokonferenz oder diagnostische Tätigkeiten auf Basis der Übertragung verfügbarer Vitalparameter wie Puls und Blutdruck. In Deutschland sind Anwendungen der Telediagnostik aufgrund des sogenannten Fernbehandlungsverbots bislang nur unter Sicherstellung einer persönlichen Arzt-Patienten-Beziehung möglich. Lediglich Baden-Württemberg hat als bisher einziges Bundesland diese Einschränkung aufgehoben, wodurch Modellprojekte stattfinden können, bei denen ein Arzt ausschließlich über Kommunikationsnetze Patienten behandelt. Im Februar 2018 wurde allerdings bekannt, dass der Vorstand der Bundesärztekammer den Delegierten des Deutschen Ärztetags im Mai 2018 eine Öffnung des ausschließlichen Fernbehandlungsverbots vorschlagen möchte.⁴³ Die geplante Beschlussvorlage soll eine Öffnung für eine ausschließliche Fernbehandlung unter bestimmten Voraussetzungen vorsehen, sodass Ärzte künftig auch Behandlungen per Videosprechstunde anbieten könnten, obwohl sie den Patienten nicht zuvor in ihrer Praxis behandelt haben. Brauns und Loos (2015) fassen zentrale Herausforderungen für die Telemedizin in Deutschland zusammen. Zentral sind dabei unter anderem der Ausbau der Telematik-Infrastruktur, die Aufnahme telemedizinischer Anwendungen in die Regelversorgung, Informationsdefizite oder eine unzureichende Ausbildung des medizinischen Personals zur Nutzung von IKT im Medizinwesen.

Wie Brauns und Loos (2015) beschreiben, hat NRW die Chancen und Potenziale der Telemedizin schnell erkannt und frühzeitig Schritte eingeleitet um diese für das Land zu nutzen. So wurde etwa die Projektgruppe Telemedizin in der Landesregierung geschaffen und die Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH (ZTG) gegründet. Darüber hinaus wurden im Rahmen von Innovationswettbewerben zahlreiche Projekte zum Thema Telemedizin gefördert. Neben NRW werden die Leistungen im Bereich Telemedizin auch für die Bundesländer Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen als besonders positiv bewertet (Brauns und Loos, 2015).

In NRW wird mit der Landesinitiative eGesundheit.nrw das Ziel verfolgt, eine flächendeckende Vernetzung der Einrichtungen sowie der Akteure im Gesundheitswesen zu erreichen.⁴⁴ Das Mi-

⁴³ Siehe hierzu <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/89043/Bundesaerztekammer-will-Oeffnung-des-Fernbehandlungsverbots-vorschlagen> oder <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/deutschland-aerzte-duerfen-patienten-kuenftig-online-beraten-a-1195045.html>.

⁴⁴ Siehe hierzu <http://egesundheit.nrw.de/landesinitiative/>.

nisterium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen bündelt im Rahmen dieser Landesinitiative eine Vielfalt an Projekten, die den innovativen Einsatz von IKT für die Weiterentwicklung des Gesundheitswesens in NRW erforschen und erproben. Koordiniert wird die Landesinitiative durch die ZTG GmbH, welche sich darüber hinaus dem Wissenstransfer widmet und sich an der Strategieentwicklung für NRW beteiligt.

Als Evaluationspartner begleitete die ZTG GmbH beispielsweise das Modellprojekt „elektronische Visite (eIVI®)“ des Entwicklers La-Well Systems GmbH aus Bünde (NRW).⁴⁵ In diesem Modellprojekt kommunizieren seit Mai 2016 neun Pflegeheime und elf Arztpraxen mit Hilfe der eIVI®-Videosprechstunde. Als regulärer Bestandteil der Arzt-Patienten-Kommunikation kann die Videosprechstunde vor allem für Routineterminen wie Verlaufskontrollen aus der Ferne effizient eingesetzt werden. Dies bestätigen Auswertungen der ZTG GmbH, nach denen eine eIVI®-Videosprechstunde durchschnittlich 5,15 Minuten dauert und den regulären Arztbesuch sehr gut ergänzt. In etwa 83 Prozent der Fälle genügte die Videosprechstunde sogar, während nur bei 17 Prozent der elektronischen Visite der Bedarf einer näheren ärztlichen Untersuchung festgestellt wurde. In 2017 erreichte die elektronische Visite (eIVI®) zudem als erste Videosprechstunde die Zulassung für die Regelversorgung.

Auch im Bereich der elektronischen Patientenakte setzt sich NRW stark ein. So sind im Rahmen der Landesinitiative eGesundheit.nrw beispielsweise 15 Projekte zum Thema „Elektronische Akten“ gelistet.⁴⁶ Dabei verfolgt NRW die Weiterentwicklung der elektronischen Patientenakte durch die konsequente Umsetzung des Beschlusses der Gesundheitsministerkonferenz 2017, der die Einrichtung eines Forums für elektronische Patientenakten fordert, welches die einzelnen Aktensysteme bundesweit koordiniert. Eine konstituierende Sitzung des entsprechenden „ePA-Forums“ fand im Oktober 2017 im Haus der ZTG GmbH mit rund 50 Akteur/innen aus dem Gesundheitswesen statt. Der aktuelle Stand und notwendige Schritte im Bereich der elektronischen Patientenakte und der Telematikinfrastruktur werden zudem regelmäßig auf dem Fachkongress „eHealth.NRW“ aus Sicht verschiedener Akteure des digitalen Gesundheitswesens sowie aus der Perspektive der Patienten diskutiert. An der von der ZTG GmbH organisierten Fachkonferenz nahmen im September 2017 beispielsweise über 250 Personen teil.

6.1 Akzeptanz von digitalen Lösungen im Gesundheitswesen

Die Akzeptanz von digitalen Gesundheitslösungen ist eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung digitaler Prozesse und Anwendungen im Gesundheitswesen. Wie die Umfrage der Techniker Krankenkasse (2016) zeigt, sind der Datenschutz und das Vertrauen in die Sicherheit digitaler Gesundheitsdienste eine wichtige Voraussetzung für die Inanspruchnahme von Gesundheits-Apps sowie Online-Arztbesuchen. Zudem äußern die Befragten den Wunsch nach Selbstbestimmung bei der Nutzung von digitalen Gesundheitslösungen. Dabei kann sich laut der Verbraucherstudie „Gesundheit 4.0“ bereits etwa die Hälfte der Befragten

⁴⁵ Siehe https://www.ztg-nrw.de/wp-content/uploads/2018/02/PM_1802-1.000-Videosprechstunden_4.pdf.

⁴⁶ Siehe <http://egesundheit.nrw.de/projekte/elektronische-akten/>.

Personen eine Operationsunterstützung von Spezialisten aus der Ferne oder eine Konsultation von Ärzten im Ausland mithilfe von Telemedizin vorstellen (Bitkom und Bayerische TelemedAllianz, 2017). Knapp ein Drittel der Befragten würde einer telemedizinischen Überwachung oder einer Online-Sprechstunde mit dem Arzt zustimmen. Gemäß einer Studie von PwC (2017) können sich 41 Prozent aller Deutschen eine Behandlung durch einen so genannten „Robo-Doktor“ vorstellen, der mithilfe künstlicher Intelligenz Operationen durchführt. Aufgeteilt nach Bundesländern zeigt sich, dass die Akzeptanz eines „Robo-Doktors“ in NRW genau im Bundesdurchschnitt liegt, während in Berlin die größte Akzeptanz beobachtet wird (47 Prozent).

Zwei Studien im Auftrag der Stiftung Gesundheit (2015, 2016) beschäftigen sich mit der Einschätzung niedergelassener Ärzte zur Bedeutung von E-Health für die Gesundheitsversorgung in Deutschland. Im Jahr 2015 gingen mehr als 40 Prozent der befragten Ärzte davon aus, dass therapieunterstützende Apps innerhalb der nächsten zehn Jahre in die Leitlinien aufgenommen werden. Gleichzeitig gab aber nur knapp ein Drittel der befragten Ärzte an, dass sie Videokonferenzen und –konzile mit Patienten durchführen würden. In der Befragung von 2016 hat sich dieser Anteil allerdings auf knapp 50 Prozent der befragten Ärzte erhöht. Die befragten Ärzte schätzen den Nutzen von E-Health dabei sehr differenziert ein. Das größte Potenzial wird in der Versorgung von Patienten in einem größeren räumlichen Radius, in der Verbesserung der Patientensicherheit sowie in der Anwendung von Apps bei der Behandlung gesehen (Stiftung Gesundheit, 2015). Allerdings erwarten die befragten Ärzte durch E-Health keine positiven Effekte auf den Arbeitsalltag und die Zufriedenheit der Ärzte und des Praxispersonals (Stiftung Gesundheit, 2015, 2016).

Auf Basis der NRW Gesundheitssurvey⁴⁷ untersuchen zwei empirische Studien relevante Fragestellungen zum Thema E-Health speziell für das Land NRW. Die Studie von Bürmann et al. (2013) untersucht dabei die Determinanten der Bereitschaft, Telemedizin zu nutzen. Unter Verwendung der Daten der NRW Gesundheitssurvey des Jahres 2009 zeigt die Studie, dass generell eine hohe Bereitschaft besteht, die allerdings mit dem Alter abnimmt. Darüber hinaus fällt die Akzeptanz bei Frauen wie auch bei einigen Gruppen mit schlechtem Gesundheitszustand niedriger aus als für die Referenzgruppen. In der Studie von Nölke et al. (2015) werden Daten des NRW Gesundheitssurvey aus dem Jahr 2011 verwendet, um die Determinanten für die Suche nach gesundheitsbezogenen Informationen im Internet zu untersuchen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sozio-ökonomischer Status sowie das Geschlecht sich auf das Online-Suchverhalten auswirken. Die Autoren schlagen deshalb vor, sozial Schwächere aktiver an E-Health Angebote heranzuführen um die Gleichheit in der Gesundheit zu fördern. Im Einklang damit steht auch eine Handlungsempfehlung der Studie von Strategy& und PwC (2016) zur Weiterentwicklung der nationalen E-Health-Strategie, der zufolge digitale Gesundheitslösungen besser erklärt werden sollten, um so Vertrauen und Akzeptanz in der Bevölkerung zu steigern.

⁴⁷ Siehe nähere Informationen unter https://www.lzq.nrw.de/ges_bericht/survey/index.html.

6.2 Big Data im Gesundheitswesen

Im Kontext der Digitalisierung im Gesundheitswesen kommt dem Thema „Big Data“ eine wichtige Rolle zu. Unter Big Data ist die Auswertung großer Datenmengen aus verschiedenen Quellen zu verstehen, die möglichst in Echtzeit erfolgt. Der Einsatz von Big Data in der Medizin und im Gesundheitswesen ermöglicht sowohl neue Forschungs- und Diagnosemöglichkeiten als auch eine bessere Epidemieprävention und Früherkennung. Hierbei spielen auch Gesundheits-Apps eine wichtige Rolle. Insgesamt wird durch Big Data-Anwendungen eine verbesserte Gesundheitsversorgung erwartet. Big Data im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz soll Ärzte bei Diagnose- und Therapieentscheidungen unterstützen. Mithilfe von Big Data wird auch personalisierte Medizin und Echtzeit-Überwachung des Gesundheitszustands von risikogefährdeten Patienten sowie eine vorausschauende Gesundheitsüberwachung möglich. Einen detaillierten Überblick zum Thema Big Data im Gesundheitswesen, den relevanten Akteuren und verschiedenen Beispielprojekten liefert die Studie von Strategy& und PwC (2016).

Empirische Studien, die sich auf Bundeslandebene mit dem Einsatz von Big Data im Gesundheitswesen befassen, sind nicht bekannt. Wie eine Umfrage des Bitkom (2015) unter Pharmakonzernen in Deutschland zeigt, gehen 60 Prozent der befragten Unternehmen davon aus, dass sie auf Basis von Daten zum Erbgut oder zum Krankheitsverlauf in zehn Jahren individualisierte Medikamente mithilfe von Big Data-Analysen herstellen können. Des Weiteren gehen 76 Prozent der befragten Pharmakonzerne davon aus, dass in zehn Jahren Computer, die mit medizinischen Datenbanken verbunden sind, Ärzte bei der Diagnose unterstützen und Therapien vorschlagen werden.

6.3 Gesundheits-Apps

Gesundheits-Apps werden oft in die Kategorien Medizin und Gesundheit & Fitness eingeteilt, die jeweils gesundheitsfördernd wirken sollen, häufig Körperdaten elektronisch erfassen und zudem zahlreiche Einsparpotenziale mit sich bringen. Der Markt hierfür verfügt über eine enorme Wachstumsdynamik, so soll sich dieser laut Grand View Research in 2025 bereits auf über 111 Milliarden US Dollar belaufen (ausgehend von 4,2 Milliarden in 2016 und 1,1 Milliarden in 2015).⁴⁸ Einer Analyse von Research 2 Guidance zufolge gab es in 2017 bereits über 300,000 Gesundheits-Apps für mobile Endgeräte, wobei der Google Play Store mit mehr als 150,000 führend ist.⁴⁹ Laut einer Umfrage des BITKOM⁵⁰ nutzt nahezu die Hälfte der Befragten Gesundheits-Apps. Als vorrangige Motivation geben die Befragten an, dadurch ihre Gesundheit verbessern zu wollen. Zu einer ähnlich hohen Anzahl von Nutzern kommt eine breiter angelegte Umfrage von HealthOn unter Verbrauchern, Krankenkassenvertretern und Ärzten, die jedoch auch auf Datenschutzbedenken hinweisen und Erwartungen an die Qualität stellen.⁵¹ Gemäß einer

⁴⁸ Siehe <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mhealth-app-market>.

⁴⁹ Siehe <https://research2guidance.com/325000-mobile-health-apps-available-in-2017/>.

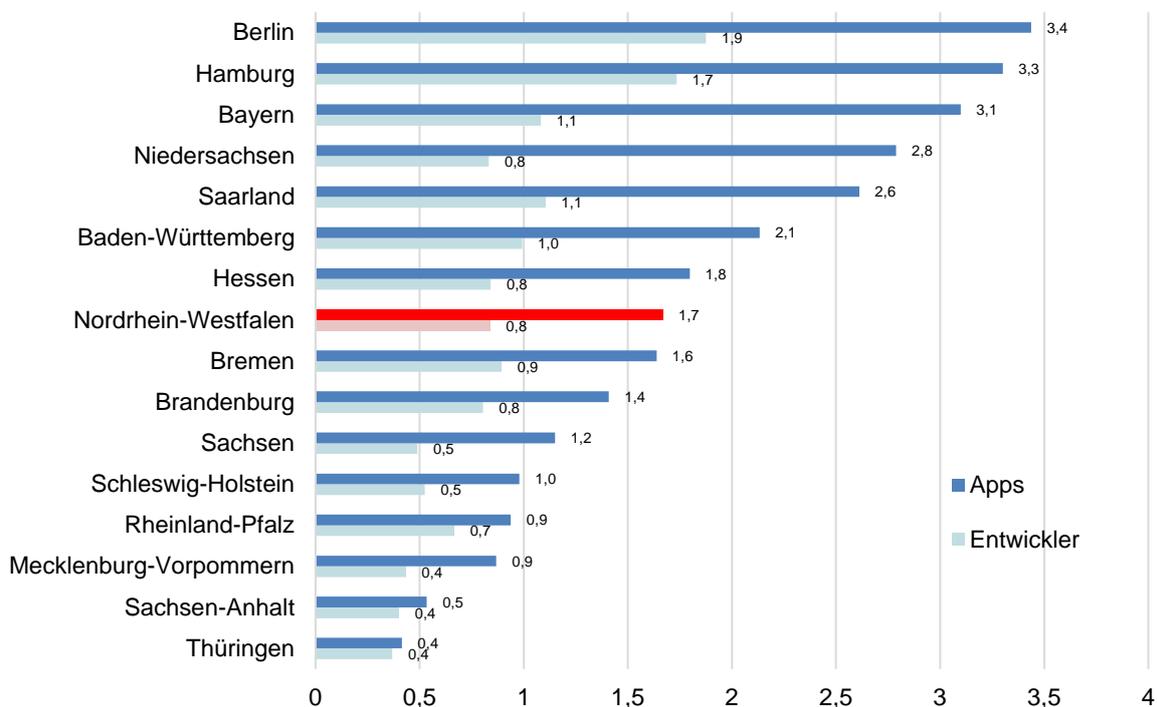
⁵⁰ Siehe <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Fast-jeder-Zweite-nutzt-Gesundheits-Apps.html>.

⁵¹ Siehe <https://www.healthon.de/blogs/2017/07/13/gesundheits-apps-qualit%C3%A4t-nutzung-h%C3%BCrden-zukunftspotentiale>

Umfrage der Techniker Krankenkasse (2016) sind jüngere Befragte eher Nutzer von Gesundheits-Apps.

Im Folgenden soll eine Analyse nach dem Standort des Entwicklers von Gesundheits-Apps⁵² im Google Play Store einen Vergleich nach Bundesländern ermöglichen. Ausgehend vom gesamten Google Play Store im September 2016, konnten in den beiden oben genannten Kategorien insgesamt 1.660 Apps mit deutscher Kontaktadresse identifiziert werden. Nordrhein-Westfalen hat dabei mit 150 absolut die meisten App-Entwickler und befindet sich mit insgesamt 298 Apps in den beiden relevanten Kategorien (Medizin: 132, Gesundheit & Fitness: 166) auf dem zweiten Rang hinter Bayern mit 398. Berücksichtigt man jedoch die Einwohneranzahl in Abb. 6-2, so fällt das Land mit lediglich 1,7 Apps und 0,8 Entwickler pro 100.000 Einwohner deutlich zurück hinter die Stadtstaaten Berlin und Hamburg, die über doppelt so hohe Werte verfügen.⁵³ Um den Erfolg der in den Bundesländern entwickelten Apps zu untersuchen, wird in Abb. 9-8 die Anzahl der Apps dargestellt, die über mehr als 1.000 bzw. 10.000 Installationen verfügen und damit eine gewisse Verbreitung aufweisen. Das Land befindet sich hier ebenfalls nur im Mittelfeld, pro 100.000 Einwohner verfügen nur 0,5 (0,2) Apps über mehr als 1.000 (10.000) Installationen.

Abb. 6-2: Anzahl der Apps und Entwickler in Kategorien Gesundheit & Fitness sowie Medizin



Quelle: Google Play Store, 2016, Berechnungen des ZEW. Alle Angaben sind pro 100.000 Einwohner.

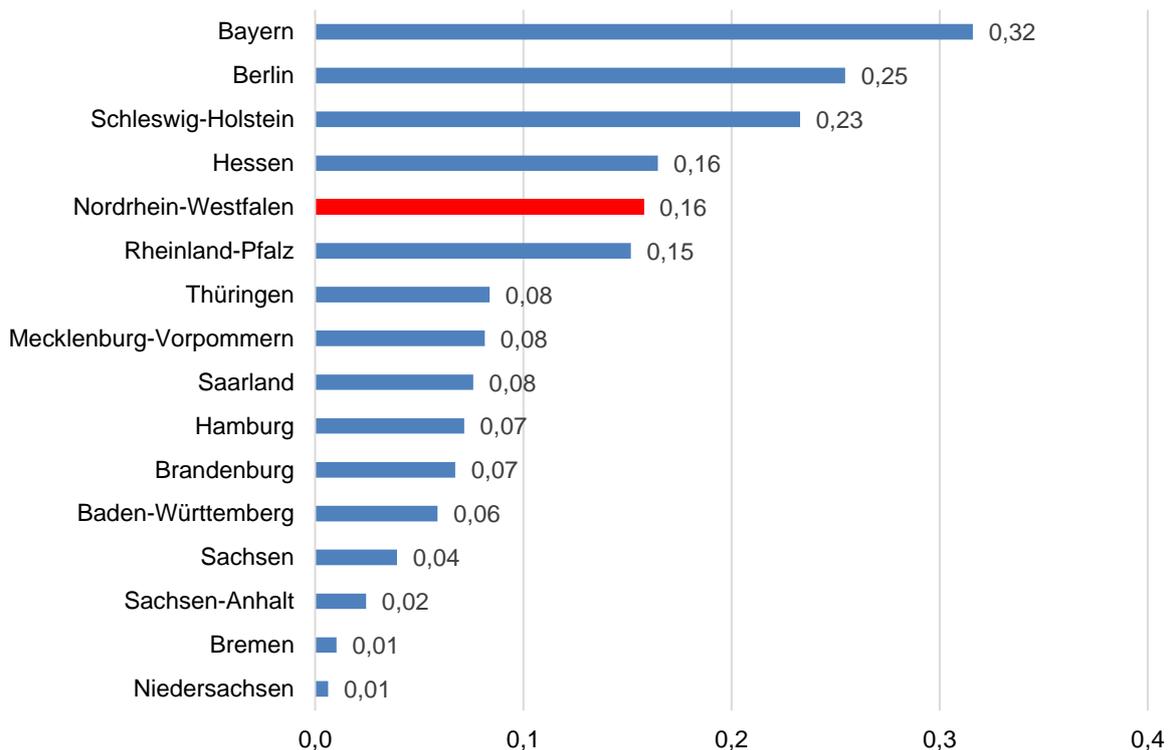
⁵² Relevante Kategorien sind Medizin sowie Gesundheit & Fitness.

⁵³ Siehe Abb. 8-7 für eine nach Kategorien getrennte Auswertung.

6.4 Digitale Gesundheitswirtschaft

Strategy& und PwC (2016) haben sich mit dem Stand und den Perspektiven der Digitalen Gesundheitswirtschaft in Deutschland beschäftigt. Sie haben dabei 537 Unternehmen mit einem Umsatz von 8,6 Milliarden Euro in der Digitalen Gesundheitswirtschaft identifiziert. Abb. 6-3 zeigt den Umsatzanteil der Digitalen Gesundheitswirtschaft am Gesamtumsatz je Bundesland. Diese Angaben mit dem Bezugsjahr 2013 sind die aktuellsten verfügbaren Zahlen. Hier zeigt sich, dass insbesondere Bayern, Berlin und Schleswig-Holstein mit Umsatzanteilen der Digitalen Gesundheitswirtschaft am Gesamtumsatz des jeweiligen Bundeslands von über 0,2 Prozent in Führung liegen. NRW liegt mit etwas mehr als 0,15 Prozent auf Rang 5. Absolut betrachtet wurde im Jahr 2013 laut Strategy& und PwC (2016) in der Digitalen Gesundheitswirtschaft in NRW ein Umsatz in Höhe von 2.237 Millionen Euro verzeichnet. Bei der Betrachtung der Umsatzanteile liegen Bremen und Niedersachsen deutlich abgeschlagen auf den letzten Plätzen.

Abb. 6-3: Umsatzanteil der Digitalen Gesundheitswirtschaft am Gesamtumsatz je Bundesland in Prozent – Bezugsjahr 2013



Quelle: Strategy& und PwC (2016), S. 148 und destatis Umsatzsteuerstatistik (Veranlagungen) - Fachserie 14 Reihe 8.2 – 2013, Berechnungen des ZEW.

Insgesamt wurden im Jahr 2013 von Strategy& und PwC (2016) 537 Unternehmen mit einem Umsatz von 8,6 Milliarden Euro in der Digitalen Gesundheitswirtschaft identifiziert. Definition der „Digitalen Gesundheitswirtschaft“ durch Strategy& und PwC (2016) abgeleitet aus der und Definition von eHealth-Anwendungsfeldern/-arten in Abb. 6-1.

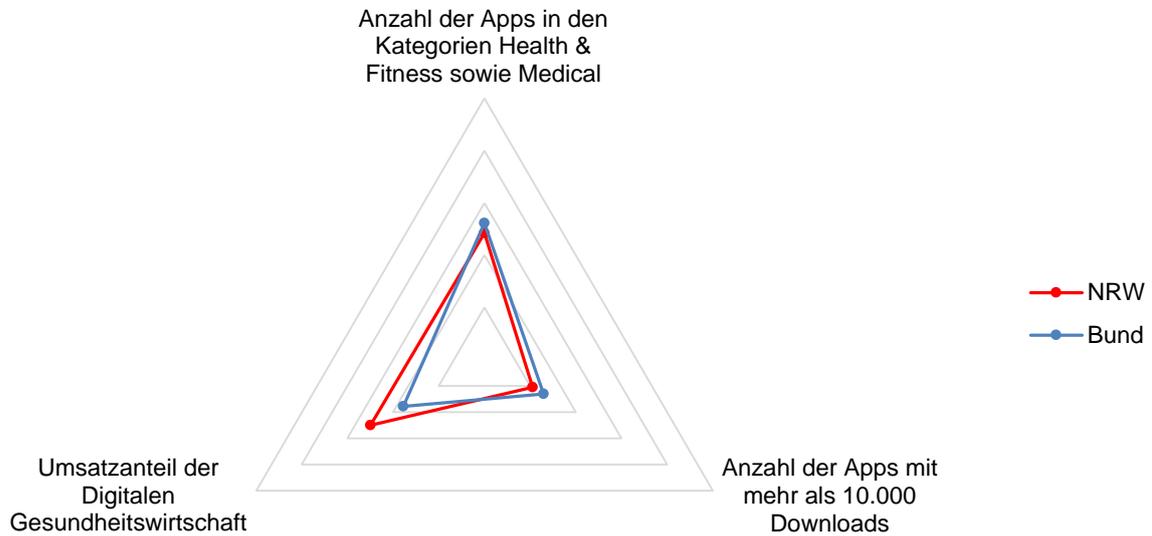
Aus den Berechnungen der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung (BMWi, 2017 und WifOR und BASYS, 2016) ergeben sich für die Gesundheitswirtschaft als Ganzes in NRW geringfügig niedrigere Werte als der Bundesdurchschnitt. Im Jahr 2015 wurden 11,5 Prozent der gesamten Bruttowertschöpfung in NRW in der Gesundheitswirtschaft erbracht. Weiterhin waren 15,7 Prozent aller Erwerbstätigen in NRW in der Gesundheitswirtschaft tätig. Bundesweit lagen diese Werte bei 11,9 bzw. 15,9 Prozent. In absoluten Zahlen ist die Gesundheitswirtschaft als Ganzes in NRW dennoch als bedeutender Wirtschaftsfaktor anzusehen. Insgesamt wurde im Jahr 2015 in der Gesundheitswirtschaft von NRW eine Bruttowertschöpfung von 66,9 Milliarden Euro erwirtschaftet. Zudem waren 1,4 Millionen Erwerbstätige im Gesundheitsbereich tätig. Würde man den Umsatz der Digitalen Gesundheitswirtschaft in NRW von 2,2 Milliarden Euro (Jahr 2013) mit der Bruttowertschöpfung in der gesamten Gesundheitswirtschaft von NRW von 66,9 Milliarden Euro (Jahr 2015) vergleichen, läge der „digitale“ Anteil bei etwas über 3 Prozent.

6.5 Fazit zum Thema Digitales Gesundheitswesen

E-Health-Anwendungen wird das Potenzial zugeschrieben, aktuellen Herausforderungen wie dem demographischen Wandel, Kostendruck im Gesundheitswesen, Fachkräftemangel oder der flächendeckenden Sicherstellung der Gesundheitsversorgung begegnen zu können. Dennoch ist die Verfügbarkeit von Datenmaterial zu diesem Thema auf Bundesländerebene sehr begrenzt. Auf Basis der untersuchten Indikatoren schneidet NRW im oberen Mittelfeld ab. Bei der Anzahl an Gesundheits-Apps von Entwicklern aus NRW sowie die Verbreitung dieser Gesundheits-Apps unterschreitet NRW knapp den Durchschnitt der Bundesländer. Im Gegensatz dazu verzeichnet NRW bei den Umsatzanteilen der Digitalen Gesundheitswirtschaft deutlich überdurchschnittliche Werte. Das Ziel, eine flächendeckende Vernetzung der Einrichtungen sowie der Akteure im Gesundheitswesen zu erreichen, wird im Rahmen der Landesinitiative eGesundheit.nrw verfolgt. Vor allem wurden in NRW auch die Chancen und Potenziale der Telemedizin erkannt. So wurde etwa die Projektgruppe Telemedizin in der Landesregierung geschaffen und das Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH (ZTG) gegründet. Insgesamt steht Deutschland im Bereich der Digitalisierung des Gesundheitswesens aber noch vor großen Herausforderungen um die Chancen und Potenziale von E-Health umfassend zu nutzen. Dies ist auch der Inhalt der kürzlich veröffentlichten Erklärung „Eckpfeiler für eine digitale Transformation des deutschen Gesundheitswesens“ verschiedener Branchenverbände aus dem Gesundheitswesen, in dem etwa die Vermeidung von EDV-Insellösungen und die Aufhebung der Fernbehandlungsverbots gefordert werden.⁵⁴

⁵⁴ Siehe dazu http://www.aps-ev.de/wp-content/uploads/2018/03/Eckpfeiler_Digitale_Transformation_Final.pdf.

Abb. 6-4: Indikatoren Digitales Gesundheitswesen



	Anzahl der Apps in den Kategorien Health & Fitness sowie Medical (pro 100.000 Einwohner)	Anzahl der Apps mit mehr als 10.000 Downloads (pro 100.000 Einwohner.)	Umsatzanteil der Digitalen Gesundheitswirtschaft (in % des Gesamtumsatzes) – Bezugsjahr 2013
NRW	1,67	0,22	0,16
Bund	1,80 ¹	0,28 ¹	0,11 ¹
Maximalwert (Bundesland)	3,44 (BE)	1,06 (HH)	0,32 (BY)

Anmerkung: Im Netzdiagramm ist für jeden Indikator der jeweilige Maximalwert unter allen Bundesländern auf den Wert 1 normiert, ¹ Durchschnitt der Bundesländer.

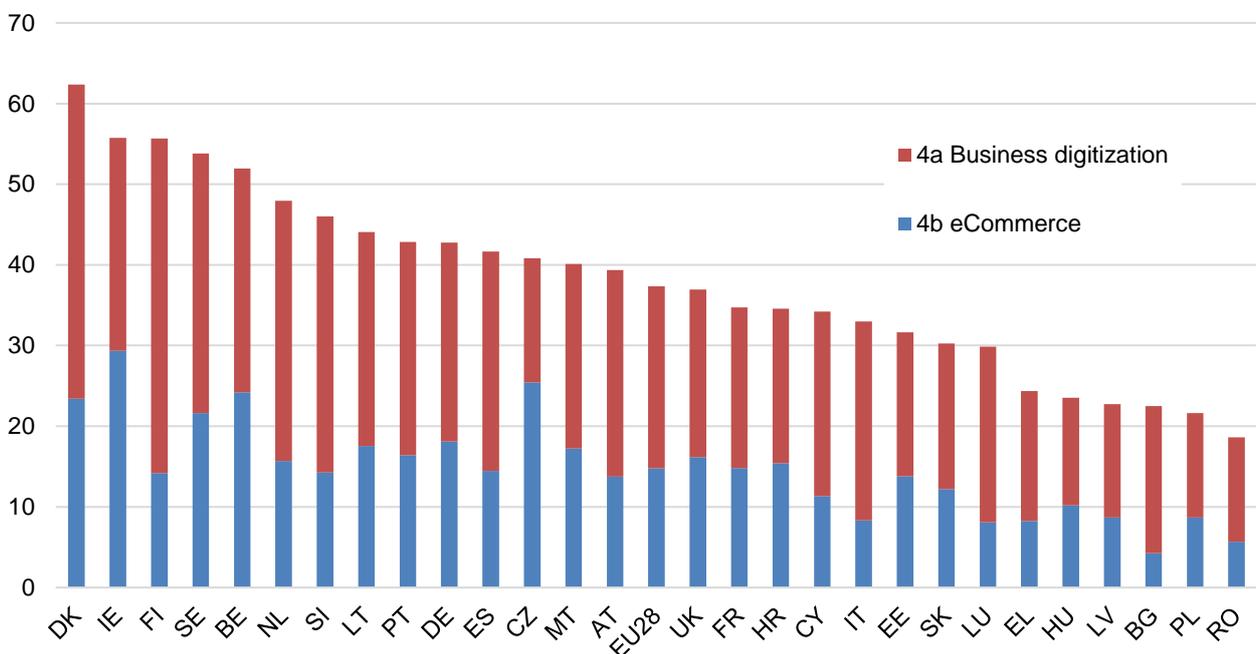
7 Digitale Transformation der Wirtschaft, Start-ups / Gründungen

Für digitale Technologien bieten sich Einsatzmöglichkeiten in allen Bereichen der Wirtschaft. Allerdings unterscheiden sich Branchen, aber auch Unternehmen innerhalb von Branchen, zum Teil stark in ihrem Digitalisierungsgrad.

7.1 Die Digitalisierung der Wirtschaft

Im Vergleich der EU-28 Länder misst der Digital Economy and Society Index (DESI) mit seinem Teilindikator „Integration der Digitaltechnik“ den Digitalisierungsgrad der Wirtschaft insgesamt für die EU 28-Länder. Hierbei liegt Deutschland auf Rang 10 (Abb. 7-1). Besonders hoch ist der Anteil der Unternehmen beim elektronischen Informationsaustausch (Rang 1). Auch verkaufen vergleichsweise viele kleine und mittlere Unternehmen online (Rang 5). Jedoch liegen die deutschen Unternehmen bei der Nutzung von Cloud Computing und beim Umsatz im Internethandel auf den Rängen 21 bzw. 20.

Abb. 7-1: DESI (Digital Economy and Society) Index 2016, Dimension „Integration der Digitaltechnik“ mit zwei Subdimensionen Digitalisierung der Geschäftsprozesse und E-Commerce

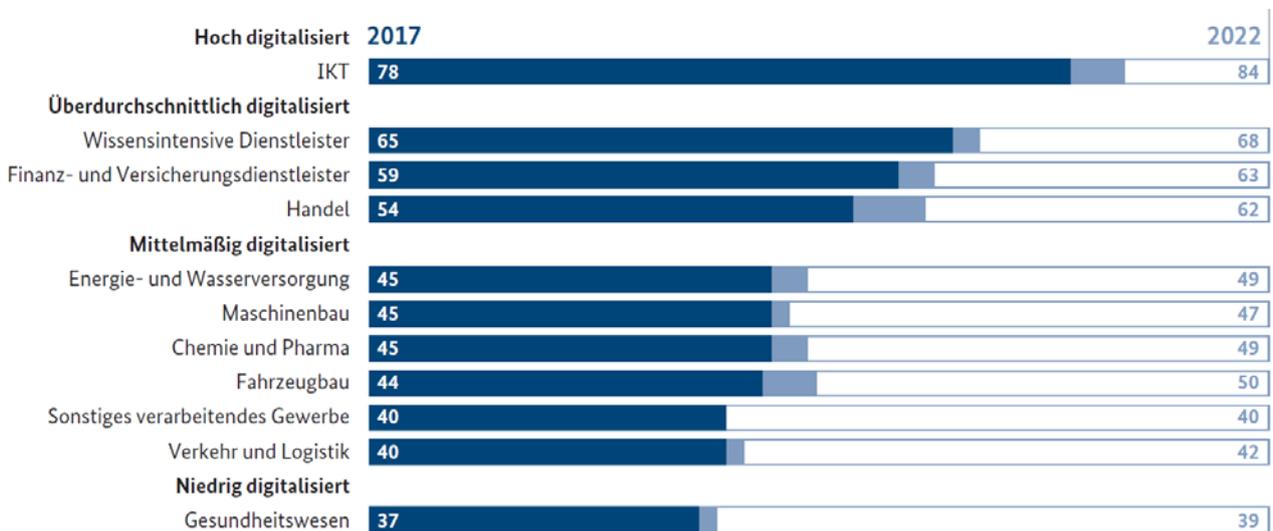


Quelle: Europäische Kommission (2017a).

Der DESI lässt keine Differenzierung des Digitalisierungsgrads nach Branchen zu. Auf nationaler Ebene bietet diese Möglichkeit der Wirtschaftsindex DIGITAL, den ZEW und Kantar TNS im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums erheben und berechnen. Dieser Index setzt sich aus

Teilindikatoren zusammen, die drei Einsatzbereiche abbilden: die Nutzung von digitalen Technologien und Diensten, die Digitalisierung unternehmensinterner Prozesse und das digitale Angebot (Graumann et al., 2017, S. 19), umfasst also sowohl unternehmensinterne Digitalisierung als auch die Digitalisierung an der Schnittstelle zum Kunden. Hierbei zeigt sich, dass die IKT-Branche am stärksten digitalisiert ist (Abb. 7-2). Danach folgen die Dienstleistungsbranchen Wissensintensive Dienstleister, Finanz- und Versicherungsdienstleister und Handel. Die Verarbeitenden Branchen wie Maschinenbau, Chemie und Pharma oder Fahrzeugbau liegen im Mittelfeld. Am niedrigsten digitalisiert ist bei diesem Branchenvergleich das Gesundheitswesen. Eine weitere Differenzierung des Digitalisierungsgrads nach Bundesländern ist auf Basis der erhobenen Daten nicht möglich.

Abb. 7-2: Wirtschaftsindex DIGITAL 2017, nach Branchen



Quelle: Graumann et al. (2017); Kantar TNS/ZEW, Monitoring Wirtschaft DIGITAL 2017, n=1.021. Der Index ist repräsentativ für die jeweiligen Branchen in Deutschland.

Der Digitalindex „Wirtschaft und Forschung“ des Kompetenzzentrums Öffentliche IT erlaubt einen Bundesländervergleich (Opiela et al., 2017).⁵⁵ Mit einem Indexwert von 55,4 liegt Nordrhein-Westfalen hierbei im Mittelfeld. Hamburg weist mit 76,1 Punkten den höchsten Indexwert auf, Sachsen-Anhalt mit 20,5 den niedrigsten. Baden-Württemberg und Bayern liegen mit 69,5 bzw. 62,7 Punkten vor NRW.⁵⁶ Bei der Förderung von IKT-Projekten, gemessen als Gesamtförder-summe des Bundes für IKT-Projekte, deren Startdatum im Jahr 2015 lag, gewichtet nach der

⁵⁵ Siehe den interaktiven Deutschland-Index der Digitalisierung: <http://www.oeffentliche-it.de/digitalindex/>.

⁵⁶ Dieser Index setzt sich aus recht heterogenen Einzelindikatoren zusammen: die Anzahl sozialversicherungspflichtig IKT-Beschäftigter im Jahr 2015 als Anteil an der Bevölkerung (15% Gewicht), die Anzahl der Auszubildenden in IKT-Berufen im Jahr 2015 (10%, gewichtet nach Gesamtbevölkerung des jeweiligen Bundeslands), der Anteil der IuK-Betriebe im Jahr 2015 an allen Betrieben (10%), der Fachkräftemangel in der IKT-Branche im April 2016 (15%), der Durchschnittsverdienst in der IuK-Branche im Jahr 2015 gewichtet nach der Anzahl bestehender Betriebe insgesamt (15%), die Anzahl der IT-Neugründungen im Jahr 2015 gewichtet nach der Anzahl der bestehenden Betriebe insgesamt (15 %), die Gesamtforschungsförderung des Bundes für IKT-Projekte mit Startdatum im Jahr 2015 gewichtet nach

Gesamtbevölkerung des jeweiligen Bundeslandes, erreicht NRW 2.87 Indexpunkte und liegt damit hinter dem Saarland (13,32), Berlin (8,4), Bremen (8,35), Baden-Württemberg (6,31), Sachsen (5,35), Bayern (4,75), Hessen (4,03) und Rheinland-Pfalz (3,76).

In einer Untersuchung mittelständischer Unternehmen in Deutschland, die das ZEW im Auftrag der KfW-Bankengruppe durchführte, zeigt sich, dass lediglich ein Fünftel der Unternehmen bereits stark digitalisiert ist bzw. zu den „Vorreitern“ gehört (Saam et al., 2016). Für diese Unternehmen sind digitale Produkte oder Dienste bereits ein wichtiger Bestandteil ihres Geschäftsmodells, sie bieten ihren Kunden Apps für Produkte oder Dienste an oder führen Industrie 4.0-Projekte durch. Bei den Nachzüglern, die knapp ein Drittel des deutschen Mittelstands ausmachen, fehlt es hingegen oft noch an grundlegenden digitalen Infrastrukturen wie einer eigenen Website oder einem ERP-System. Maßnahmen sollten insbesondere auf die Nachzügler abzielen, um deren Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Eine übergreifende Digitalisierungsstrategie findet sich bei lediglich etwa einem Fünftel der mittelständischen Unternehmen (Saam et al., 2016).

Als Hemmnisse der Digitalisierung werden von Unternehmen häufig ein zu hoher zeitlicher und organisatorischer Aufwand sowie hohe Kosten genannt (Graumann et al., 2017, S. 76). Darauf deuten auch die Ergebnisse der Fachhochschule Mittelstand für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in NRW hin (FHM, 2017, S. 162). Dabei sind mit Kosten nicht unbedingt monetäre Kosten gemeint, sondern auch Anpassungskosten, die mit der Digitalisierung einhergehen wie die Anpassung der Arbeitsorganisation oder die Weiterqualifikation von Beschäftigten. Zudem sehen die Unternehmen oftmals nicht den Nutzen der Digitalisierung. Verschiedene Studien zeigen zudem, dass insbesondere für KMU unzureichende Breitbandgeschwindigkeit, fehlende digitale Kompetenzen der Beschäftigten und Probleme bei Datenschutz und Datensicherheit die Digitalisierung hemmen (Graumann et al., 2016, S. 69; Saam et al., 2016, S. 52).

7.2 Die Digitalisierung der Wirtschaft in NRW

Der Digitalisierungsgrad, aber auch das Digitalisierungspotenzial einer Volkswirtschaft ist unter anderem durch die Branchenstruktur bedingt. In Nordrhein-Westfalen hat das Produzierende Gewerbe, das lange Zeit charakteristisch für das Land war, in den letzten Jahren an Bedeutung verloren. Der Anteil der Bruttowertschöpfung ist von 40 Prozent im Jahr 1991 auf 27 Prozent im Jahr 2016 gesunken und lag damit unter dem bundesweiten Durchschnitt von 30 Prozent. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg macht das Produzierende Gewerbe im Jahr 2016 40 Prozent der Bruttowertschöpfung aus (Statistische Ämter der Länder, 2017). In den Wirtschaftsabschnitten Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden sowie im Verarbeitenden Gewerbe lagen im Jahr 2015 die Zahl der Beschäftigten bei 1,2 Millionen und der Umsatz bei 333,7 Milliarden Euro. Den größten Anteil am Gesamtumsatz sowie an der Zahl der Beschäftigten in diesen beiden Wirtschaftsabschnitten macht mit 13,8 bzw. 16,6 Prozent der Maschinenbau aus, gefolgt von der Metallindustrie mit 9,5 bzw. 14,4 Prozent (IT.NRW, 2017). Auf Basis der Zahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter ist die IKT-Branche mit einem Anteil an der Gesamtwirtschaft

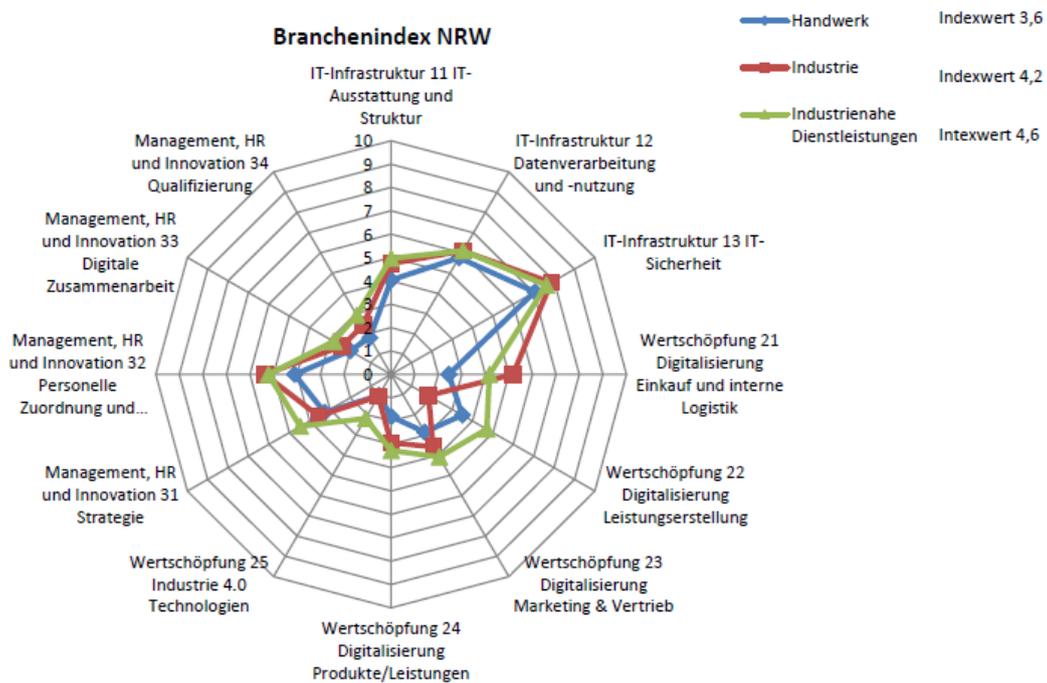
der Gesamtbevölkerung des Bundeslandes, in dem die ausführende Stelle registriert ist (15 %) sowie die Anzahl der IuK-Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt nach dem Prioritätsjahr 2012, gewichtet nach der Bevölkerungsanzahl (10 %).

in NRW von 3,5 Prozent etwas größer als der Maschinenbau (3,1 Prozent), aber kleiner als die Metallindustrie mit 4,9 Prozent (siehe Abb. 9-9 im Anhang). Im Bundesländervergleich fielen in Nordrhein-Westfalen im Krisenjahr 2009 wirtschaftliche Indikatoren wie Bruttowertschöpfung, Beschäftigung und Produktivität ähnlich stark zurück wie im Bundesdurchschnitt, allerdings tat sich NRW deutlich schwerer als andere Flächenländer sich von dieser Krise wieder zu erholen (RWI, 2016).

Verschiedene Studien untersuchen den Digitalisierungsgrad der Wirtschaft für Nordrhein-Westfalen. Die Studie der Fachhochschule des Mittelstands (2017) erfasst über eine Befragung von gut 500 kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) den Digitalisierungsgrad in den Branchenaggregaten Handwerk, Industrie, industrienaher Dienstleistungen. Der Digitalisierungsgrad kann Werte zwischen 0 und 10 annehmen. Als KMU gelten, entsprechend der hier verwendeten Definition des Instituts für Mittelstandsforschung, Unternehmen mit zwischen 10 und 499 Beschäftigten und zwischen 10 und 50 Mio. Umsatz. Dabei unterscheidet sich Digitalisierung nach den drei Kategorien der IT-Infrastruktur, Wertschöpfung sowie Management, Human Resources und Innovation. Die folgende Tabelle zeigt den Digitalisierungsgrad differenziert nach den drei Kategorien und den jeweiligen Subkategorien sowie den drei Branchenaggregaten.

Mit einem Gesamtindexwert von 4,19 von maximal 10 Punkten ist der Digitalisierungsgrad der nordrhein-westfälischen Wirtschaft insgesamt recht gering ausgeprägt (Tab. 7-1). Die Ergebnisse zeigen den stärksten Digitalisierungsgrad bei den industrienahen Dienstleistungen und in der Kategorie IT-Infrastruktur. Zudem sind größere Unternehmen stärker digitalisiert als mittlere und kleine, ein Ergebnis das sich auch aus anderen Studien ergibt. Das Handwerk weist in fast allen Bereichen den geringsten Wert auf, mit Ausnahme der Teilbereiche „Leistungserstellung“ und „Industrie 4.0 Technologien“, in denen das Handwerk höhere Werte als die Industrie erzielt. In den Bereichen „IT-Sicherheit“, „personelle Zuordnung und Verantwortung“ sowie Digitalisierung im Bereich „Einkauf und interne Logistik“ erzielt die Industrie höhere Indexwerte als die Branche industrienaher Dienstleistungen. Letztere führt bei den verbleibenden neun Digitalisierungsbereichen (Fachhochschule des Mittelstands, 2017, S. 39). Unterschiede im Digitalisierungsgrad der Wirtschaft nach Regionen sind kaum auszumachen. Die am stärksten digitalisierte Region ist Köln/Bonn mit einem Indexwert von 4,48, gefolgt von Ostwestfalen-Lippe (4,31), am unteren Ende liegt das Bergische Städtedreieck mit einem Indexwert von 3,94 (siehe Tab. 9-11 im Anhang sowie Fachhochschule des Mittelstands, 2017, S. 42).

Abb. 7-3: Digitalisierungsindex der Fachhochschule Mittelstand



Quelle: Fachhochschule des Mittelstands (2017, S. 40). Die Zahlen beziehen sich auf den Zeitraum Ende 2016/Anfang 2017.

Tab. 7-1: Digitalisierungsindex der Fachhochschule Mittelstand

Digitalisierungsmerkmal nach -bereich	Handwerk	Industrie	iDL	Gesamt
IT-Infrastruktur	5,61	6,23	6,23	6,09
IT-Ausstattung und Struktur	4,03	4,74	4,97	4,66
Datenverarbeitung und -nutzung	5,76	6,10	6,11	6,03
IT-Sicherheit	7,05	7,85	7,62	7,60
Wertschöpfung	2,33	2,92	3,68	3,04
Digitalisierung Einkauf und interne Logistik	2,45	5,18	4,18	4,25
Digitalisierung Leistungserstellung	3,50	1,83	4,69	3,14
Digitalisierung Marketing & Vertrieb	2,86	3,58	4,08	3,59
Digitalisierung Produkte/Leistungen	1,80	2,93	3,27	2,79
Industrie 4.0 Technologien	1,03	1,09	2,18	1,44
Management, HR und Innovation	2,80	3,44	3,85	3,43
Strategie	3,27	3,56	4,46	3,79
Personelle Zuordnung und Verantwortung	4,10	5,37	5,22	5,04
Digitale Zusammenarbeit	2,01	2,42	2,81	2,46
Qualifizierung	1,81	2,41	2,92	2,45
Gesamtergebnis	3,58	4,20	4,59	4,19

Quelle: Fachhochschule des Mittelstands (2017, S. 40). Die Zahlen beziehen sich auf den Zeitraum Ende 2016/Anfang 2017.

Einen anderen Ansatz die Digitalisierung von Unternehmen zu messen, wählt das IW Consult (2017). Es untersucht mit Big Data-Verfahren bzw. Methoden des Webscraping die Webseiten von Unternehmen in ganz Deutschland sowie für NRW und erfasst den digitalen Reifegrad eines Unternehmens in acht Dimensionen, die sich wiederum aus verschiedenen Teilindikatoren zusammensetzen. Beispielsweise beinhaltet die Dimension „Technology“ Informationen darüber, welche Programmiersprachen oder welche Technologien für E-Commerce und Marketing eingesetzt werden. Die Dimension „Social Media“ misst, auf welchen Social Media-Plattformen ein Unternehmen vertreten und wie erfolgreich es dort ist (siehe IW Consult, 2017, S. 13). Die Maße der acht Dimensionen werden zu einem DIGITAL INDEX aggregiert, der den digitalen Reifegrad eines Unternehmens bzw. einer Branche darstellt. Praktisch an diesem Verfahren ist, dass die Informationen automatisch von den Webseiten aller Unternehmen erhoben werden können und somit keine Befragung durchgeführt werden muss. Nachteilig ist allerdings, dass der berechnete Index auf einer reinen Außensicht auf die Digitalisierung der Unternehmen bzw. der Branchen beruht. Ein Unternehmen, dessen interne Arbeits- und Geschäftsprozesse vollständig analog, also ohne Nutzung digitaler Technologien, ablaufen, kann dennoch einen hohen Wert im DIGITAL INDEX erreichen, wenn es seine Webseite durch einen externen professionellen Dienstleister gestalten und betreiben lässt. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte deshalb berücksichtigt werden, dass es sich dabei um eine Außensicht handelt, die auf dem technologischen Reifegrad der Unternehmenswebseite aufsetzt und nicht die Nutzung neuer Technologien im Unternehmen durch die Beschäftigten, den Digitalisierungsgrad unternehmensinterner Prozesse oder den strategischen Stellenwert der Digitalisierung im Unternehmen berücksichtigt. Die Berechnung des DIGITAL INDEX für den Mittelstand (Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten) zeigt bei einer Differenzierung nach Größenklassen einen minimal höheren Digitalisierungsgrad der Unternehmen in NRW im Vergleich zu Gesamtdeutschland in allen Größenklassen. Zudem steigt der Digitalisierungsgrad mit der Größe der Unternehmen an. Eine Betrachtung nach Branchen zeigt, dass, wie auch in anderen Studien, die Branche für Information und Kommunikation am stärksten digitalisiert ist. Etwas überraschend ist allerdings die relativ gute Platzierung des Verarbeitenden Gewerbes sowie der Branche für Gesundheit und Sozialwesen. Diese Branchen sind beispielsweise beim Wirtschaftsindex DIGITAL unterdurchschnittlich digitalisiert. Diese Diskrepanz kann dadurch begründet sein, dass der Wirtschaftsindex DIGITAL auch die Digitalisierung unternehmensinterner Prozesse sowie die interne Nutzung digitaler Technologien berücksichtigt, während sich der DIGITAL Index zwar auf deutlich umfangreichere Indikatorik, aber lediglich auf die Außensicht des Unternehmens bezieht.

Im Bereich der Digitalisierung und Vernetzung der Industrie beteiligt sich NRW am bundesweiten Industrie 4.0-Atlas⁵⁷ und bietet somit zahlreiche Möglichkeiten des Wissenstransfers. Mit 72 von mittlerweile insgesamt 327 vorgestellten Best-Practice-Beispielen liegt NRW auf dem zweiten Platz nach Baden-Württemberg (mit 106 Best-Practice-Beispielen) und vor Bayern (mit 50

⁵⁷ Siehe Industrie 4.0-Atlas: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html/>.

Best-Practice-Beispielen). Diese werden ergänzt durch jeweils zehn Testzentren und zehn Einrichtungen für Informations- und Beratungsangebote.

Experteninterviews, die im Rahmen einer ZEW-Studie im Auftrag der KfW-Bankengruppe geführt wurden, zeigen, dass Industrie 4.0-Projekte überwiegend in Netzwerken entstehen, d.h. Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe kooperieren mit anderen Unternehmen, Beratern, Softwareanbietern und Forschungseinrichtungen oder profitieren von ihrem Engagement in Verbänden oder in von der Politik organisierten Industrie 4.0-Plattformen (Saam et al., 2016, S. 64). Oft werden für die Umsetzung eines Digitalisierungsprojekts Expertise und Erfahrung aus verschiedenen Disziplinen benötigt, die nicht innerhalb eines Unternehmens vorhanden sind. Befragungsergebnisse im Rahmen des Monitorings Wirtschaft DIGITAL zeigen, dass kooperierende Unternehmen erfolgreicher darin sind, durch Digitalisierung Ziele zu erreichen wie zum Beispiel die Entwicklung neuer Dienste, Produkte oder Geschäftsmodelle (siehe Abb. 7-4 sowie Graumann et al., 2017, S. 85).

Abb. 7-4: Durch Digitalisierung erreichte Ziele, aktuell kooperierende Unternehmen vs. nicht-kooperierende Unternehmen

Durch Digitalisierung erreichte Ziele, aktuell kooperierende Unternehmen vs. nicht-kooperierende Unternehmen

	Kooperierende Unternehmen	Nicht-kooperierende Unternehmen
Wir haben neues Wissen im Unternehmen erworben	84	63
Wir konnten neue digitale Dienste entwickeln, die das bestehende Leistungsangebot ergänzen	63	29
Wir konnten gänzlich neue Produkte oder Dienstleistungen entwickeln	60	18
Wir konnten Kosten senken	51	46
Wir haben neue Märkte und neue Kundengruppen erschlossen	51	34
Wir konnten neue digitale Prod., Dienstleistg. o. Geschäftsmodelle in gleichberechtigter Partnerschaft entwickeln	47	10
Wir konnten gänzlich neue Geschäftsmodelle entwickeln	34	17

Quelle: Kantar TNS, repräsentative Unternehmensbefragung: „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2017“, aktuell kooperierende Unternehmen, die digitale Ziele erreicht haben n = 355, nicht-kooperierende Unternehmen n = 648; Angaben in Prozent auf die Frage: „Welche Ziele haben Sie in Ihrem Unternehmen durch Digitalisierung erreicht?“

Quelle: Graumann et al. (2017); ZEW/Kantar TNS, Monitoring Wirtschaft DIGITAL 2017, im Auftrag des BMWi.

7.3 Unternehmensgründungen

Unternehmensgründungen oder Start-ups gelten als wichtige Treiber für Innovationen. Im EU-Ländervergleich liegt die Gründungsrate (Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand) in Deutschland mit 7,1 Prozent hinter den Gründungsrate von Großbritannien (14,7 Prozent), den Niederlanden (9,7 Prozent) und Frankreich (9,4 Prozent) (Abb. 7-5) (EFI, 2018, S. 109; Bersch et al., 2018, S. 37). Datengrundlage hierfür ist die Business Demography Statistics von Eurostat. Im Bundesländervergleich zeigt sich nach Berechnungen auf Basis des Mannheimer Unternehmenspanels (MUP), dass NRW bei den Gründungsrate (Anteil neu gegründeter Unternehmen am Unternehmensbestand) über alle Branchen hinweg nach Berlin und

Hamburg an dritter Stelle liegt (Abb. 7-6). Die Gründungsraten bei wissensintensiven Dienstleistern werden auch noch von Bayern und Baden-Württemberg übertroffen (EFI, 2018, S. 110; Bersch et al., 2018, S. 31).

Abb. 7-5: Gründungsraten im internationalen Vergleich 2015, in Prozent

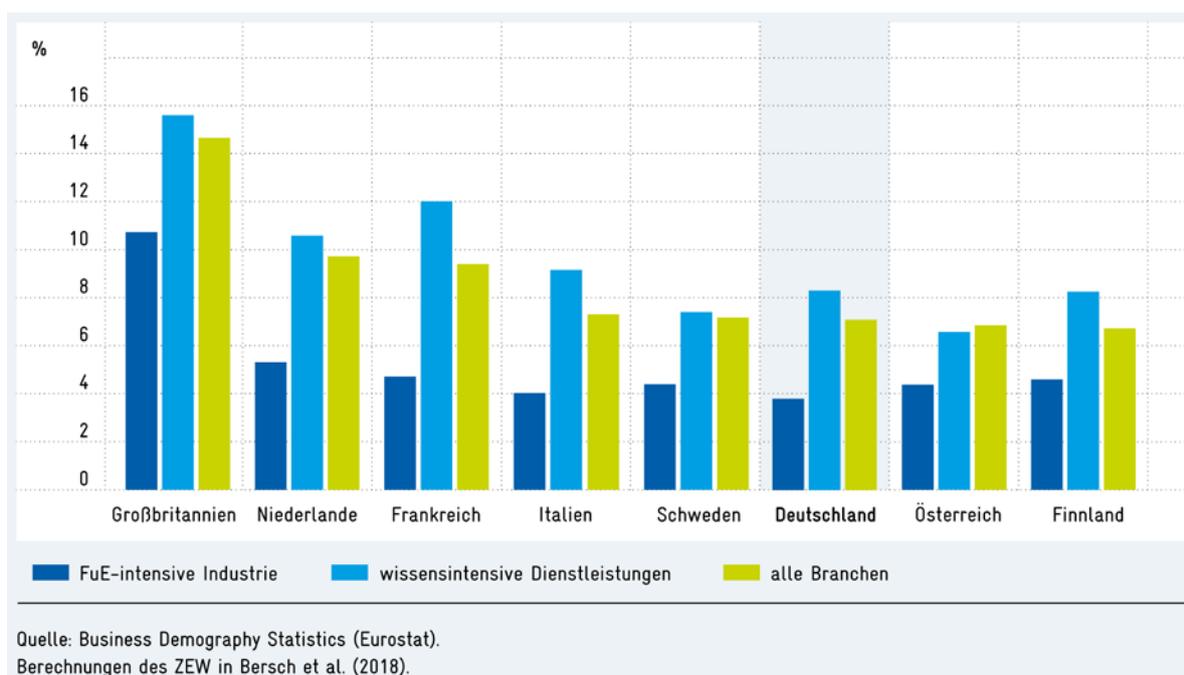
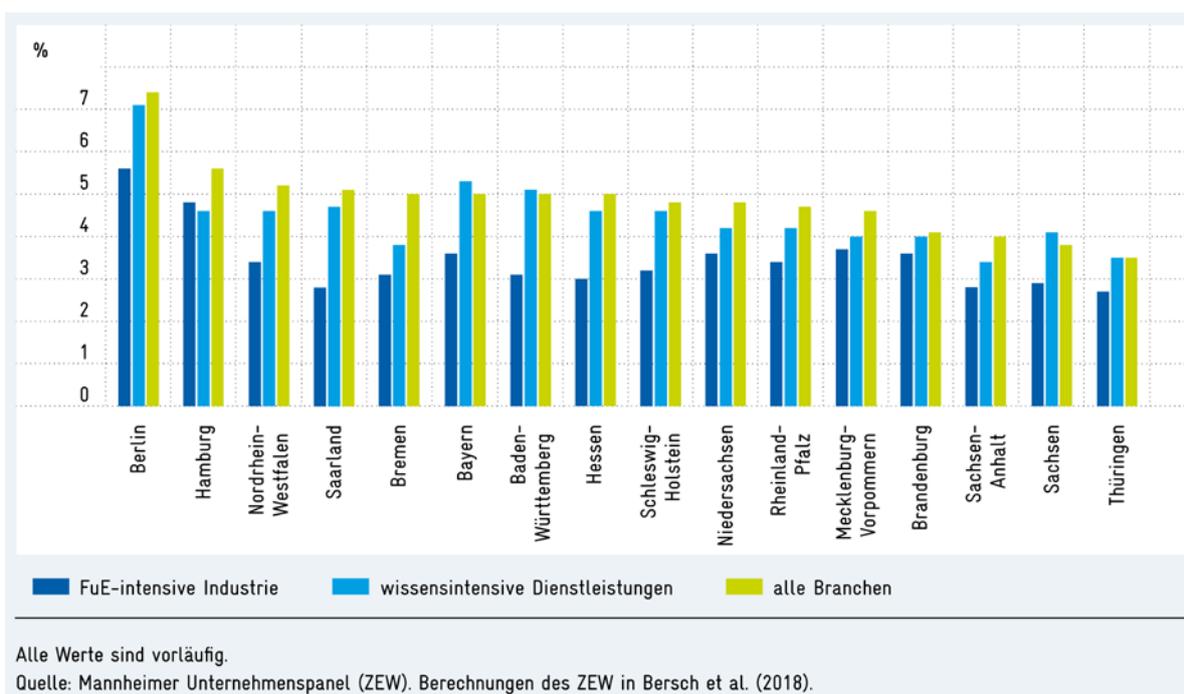
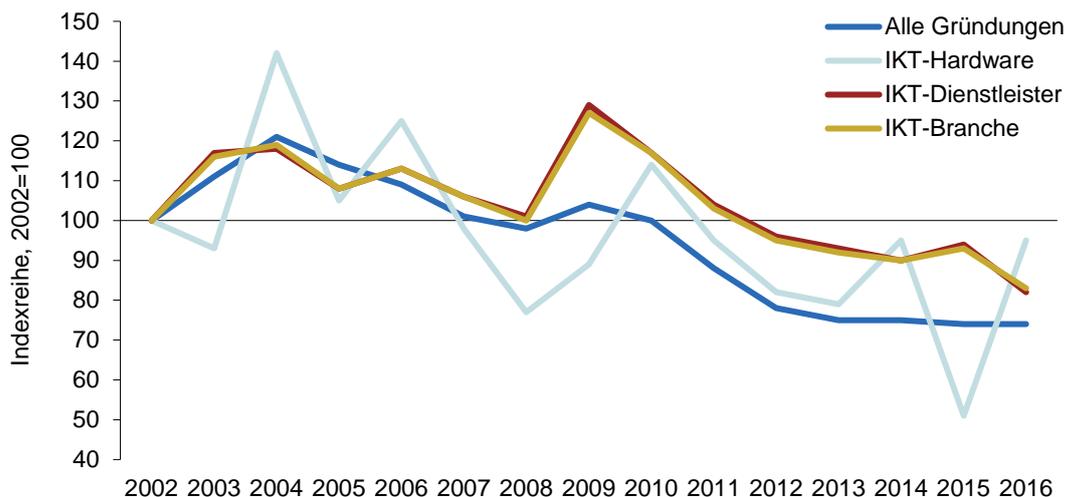


Abb. 7-6: Gründungsraten nach Bundesländern 2014-2016, in Prozent



Die Gründungsaktivität in NRW in der IKT-Branche ist, nachdem sie im Krisenjahr 2009 mit 1.911 Neugründungen einen Höhepunkt erreicht hatte, auf mittlerweile 1.244 im Jahr 2016 gesunken, das sind elf Prozent weniger als im Vorjahr (Abb. 7-7). Die Zahl aller Gründungen in NRW ist seit 2013 relativ stabil und liegt bei rund 34.000 pro Jahr.

Abb. 7-7: Gründungsdynamik Index, 2002 bis 2016, NRW



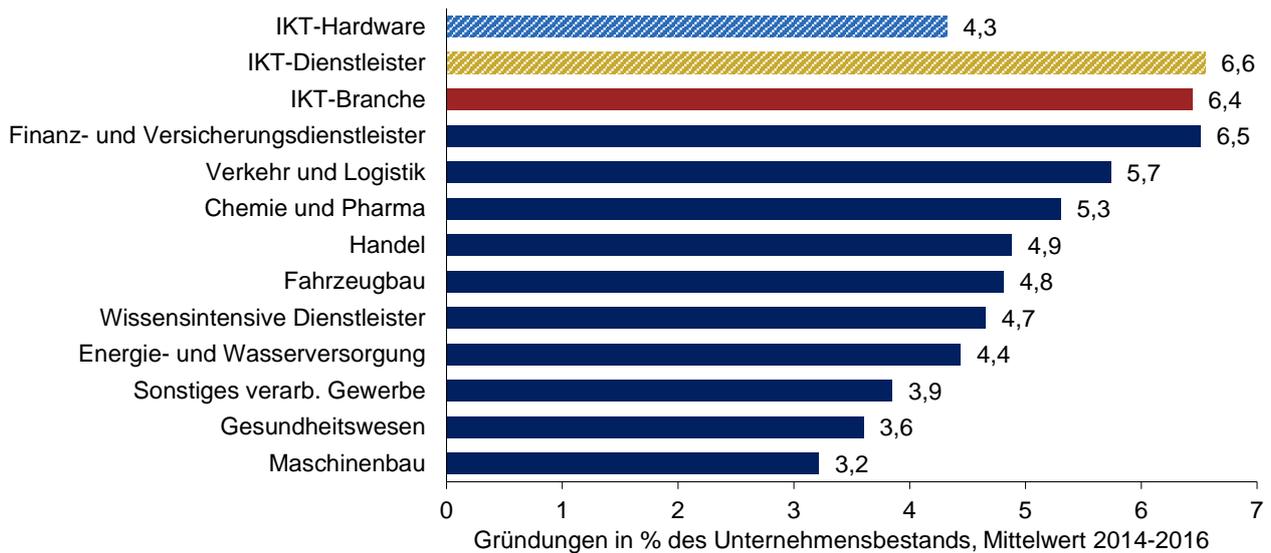
Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW, 2017, 2002=Index 100.

Die Gründungen in der IKT-Branche werden getrieben von den IT-Dienstleistern, sie machen im Jahr 2016 96 Prozent aller Gründungen in der IKT-Branche aus. Im Bereich der IKT-Hardware sind Gründungen deutlich seltener (54 Neugründungen im Jahr 2016, 29 im Jahr 2015) und die Entwicklung der Gründungszahlen deutlich volatiler als bei den IT-Dienstleistern. Die Gründungsraten in verarbeitenden Branchen sind grundsätzlich niedriger als in Dienstleistungsbranchen, da die Markteinstiegskosten beispielsweise aufgrund des Bedarfs an physischem Kapital für eine Neugründung deutlich höher sind. Bei den IT-Dienstleistern ist die Zahl der Gründungen, nachdem sie sich in den Jahren 2012 bis 2013 stabilisiert hatte, im Jahr 2016 auf 1.190 gesunken. Sie folgt damit dem generellen Trend abnehmender Gründungsraten wie sie auch auf Bundesebene beobachtet werden und ist nicht zuletzt der guten wirtschaftlichen Entwicklung geschuldet.

Die Gründungsintensität in der IKT-Branche (gemessen als Anteil der Gründungen am Unternehmensbestand im Durchschnitt der Jahre 2014 bis 2016) liegt in NRW mit 6,4 Prozent (Abb. 7-8) im Bundesdurchschnitt (Abb. 9-10) und etwa gleichauf mit der Gründungsintensität Baden-Württembergs (6,3 Prozent) (Bertschek et al., 2017). Für die IT-Dienstleister ergibt sich eine Gründungsintensität von 6,6 Prozent in NRW. Die Gründungsintensität in der IKT-Branche ist höher als in fast allen hier betrachteten Vergleichsbranchen. Die Finanz- und Versicherungsdienstleister konnten mit einem Wert von 6,5 Prozent eine ähnlich hohe Gründungsrate erreichen. Gründungsraten von mehr als fünf Prozent konnten ansonsten noch die Verkehr- und

Logistikdienstleister (5,7 Prozent) und die Chemie- und Pharmaindustrie (5,3 Prozent) aufweisen. Ähnlich sieht die Struktur auf gesamtdeutscher Ebene aus (Abb. 9-10) (Graumann et al., 2017, S. 111).

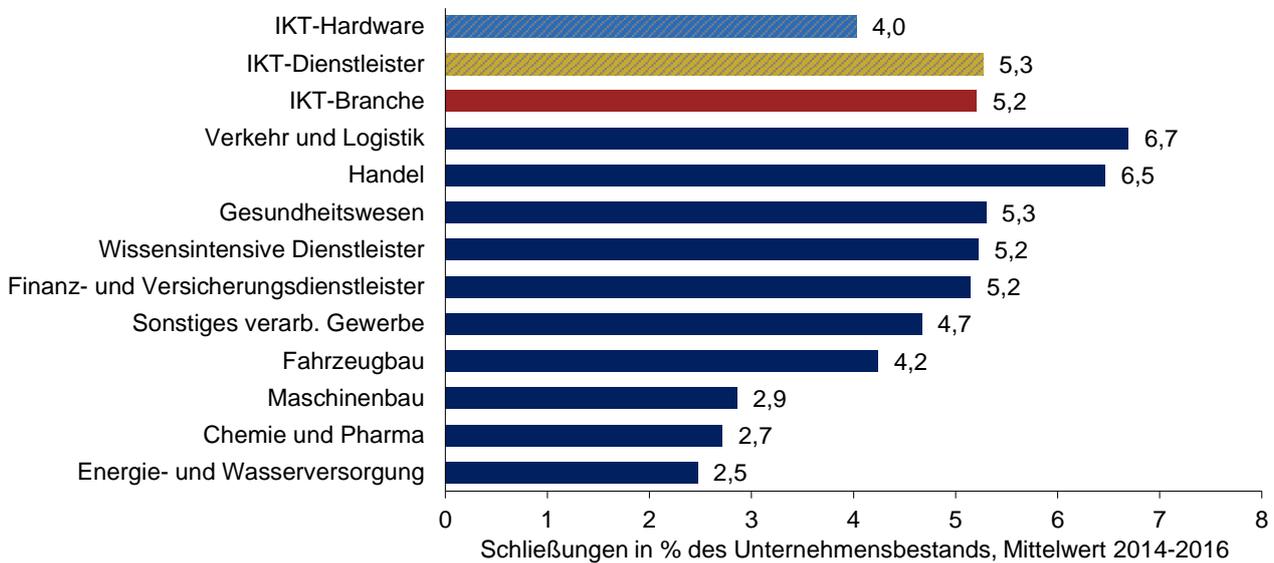
Abb. 7-8: Gründungsintensität, Durchschnitt 2014 bis 2016, NRW



Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW, 2017.

Ein weiterer Indikator, der die Gründungsdynamik beschreibt, ist die Schließungsrate, gemessen mit der Anzahl der Schließungen als Anteil am Unternehmensbestand (siehe Abb. 7-9). Die Struktur der Schließungsraten in der IKT-Branche ähnelt der der Gründungen. Bei den IT-Dienstleistern, die sich durch eine hohe Gründungsintensität auszeichnen, ist auch die Schließungsrate mit 5,3 Prozent relativ hoch, aber kleiner als die Gründungsintensität (6,6 Prozent). Zum Vergleich: Im Handel steht einer Gründungsintensität in Höhe von 4,9 Prozent eine Schließungsrate in Höhe von 6,5 Prozent gegenüber, d.h. es werden mehr Unternehmen geschlossen als gegründet.

Abb. 7-9: Schließungsraten, Durchschnitt 2014 bis 2016, NRW



Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW, 2017.

IW Consult (2017) untersucht die Anzahl digitaler Start-ups in NRW und verwendet hierfür kein Branchenkonzept, sondern klassifiziert Start-ups als digital, wenn sie bestimmte Kriterien erfüllen, die sich aus der Analyse der Unternehmenswebseiten ergeben. Als Start-up zählt ein Unternehmen, das jünger als zehn Jahre ist. Digitale Start-ups erwirtschaften ihre Wertschöpfung zudem vollständig oder überwiegend im Netz (zur Definition siehe Kollmann, 2016). Um ein Start-up als digital zu klassifizieren, werden wiederum zahlreiche Indikatoren von den Webseiten der Unternehmen erhoben, die beispielsweise zeigen, ob Shopsysteme für E-Commerce, kaufbegleitende Services wie Foren und Bots oder die Unterstützung verschiedener Webtechnologien zum Einsatz kommen (IW Consult, 2017, S. 22). Als Ergebnis zeigt sich, dass im Jahr 2016 insgesamt 1.465 digitale Start-ups gegründet wurden, deutlich mehr als 2013 (462 Start-ups). Der Anteil der digitalen Start-ups liegt demnach bei 0,5 Prozent aller jungen Unternehmen in NRW. Die Herangehensweise an die Messung digitaler Start-ups ist zweifelsohne innovativ und ergänzt klassische Berechnungen des Gründungsgeschehens. Gleichwohl sollte bedacht werden, dass der Anstieg der Zahl digitaler Start-ups auch dadurch begünstigt wird, dass sich Internet- bzw. Webtechnologien in den letzten Jahren weiterentwickelt haben und somit schlichtweg die Messung bestimmter Faktoren verbessert haben, ohne dass sich notwendigerweise auch das Geschäftsmodell von Unternehmen verändert hat oder digitaler geworden ist. Ein zeitlicher Vergleich ist somit nur eingeschränkt möglich. Auf Basis des Mannheimer Unternehmenspanels und einer Klassifizierung der Unternehmensgründungen entsprechend der Wirtschaftszweigklassifikation wurden in NRW in der Teilbranche der IT-Dienstleister im Jahr 2013 insgesamt 1.342 Unternehmen neu gegründet, im Jahr 2016 waren es 1.190.

Wagniskapital stellt, neben Eigenkapital und Fremdkapital, eine wichtige Finanzierungsquelle für Start-ups dar. Obgleich der Anteil der Wagniskapitalinvestitionen in Deutschland am nationalen Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2016 im Vergleich zu 2014, insbesondere im Bereich „Late Stage“, angestiegen ist, fällt er im Vergleich zu anderen europäischen Ländern immer noch sehr gering aus (EFI-Gutachten, 2017, S. 147 und EFI-Gutachten, 2018, S. 106). Im Jahr 2015 hatten insgesamt 93 Wagniskapital-Anbieter ihren Sitz in NRW und damit 16 Prozent der Wagniskapital-Anbieter, die in Deutschland ansässig sind. In Bayern und Baden-Württemberg liegen diese Anteile mit 18 bzw. 10 Prozent etwas höher bzw. deutlich niedriger (siehe Tab. 7-2; Bersch et al., 2016, S. 13). Vergleicht man Zahl und Volumina der Wagniskapital-Transaktionen vor und nach dem Krisenjahr 2009 (Bersch et al., 2016, S. 34 ff.), so zeigt sich, dass das Volumen pro Transaktion gestiegen ist und dass Wagniskapital-Transaktionen zunehmend in Berlin stattfinden. In NRW nahm die Anzahl der kleinen Transaktionen von weniger als 1,5 Mio. Euro Volumen im Zeitraum 2010 bis 2014 um 39 Prozent ab, gleichzeitig nahm die Zahl der Transaktionen in den Segmenten mittlerer Volumina (1,5 bis unter 5 Mio. Euro) und höherer Volumina (5 bis unter 10 Mio. Euro) um 77 bzw. 50 Prozent deutlich zu. Investoren aus NRW engagieren sich stark im eigenen Bundesland, knapp die Hälfte der Investitionsfälle wurde 2015 im eigenen Bundesland getätigt (Bersch et al. 2016, S. 16).

Tab. 7-2: Wagniskapitalanbieter nach Sitz und Klasse, 2015

VC-Klassifizierung	NRW	HS	BW	BY	BE	TH	Sonst.	Ausland	In D aktive VC
Private VC	47	36	34	74	64	4	55	52	366
Öffentliche VC	29	4	15	15	9	4	56	0	132
Corporate VC	17	8	11	16	2	0	13	8	75
Alle Klassen	93	48	60	105	75	8	124	60	573

Quelle: Majunke-Transaktionsdatenbank, Zephyr, Mannheimer Unternehmenspanel (ZEW) 2015, Berechnungen des ZEW

Quelle: Bersch et al. (2016), S. 13. Anmerkung: VC steht für „Venture Capitalist“.

Grundsätzlich wird immer wieder, so auch im EFI-Gutachten (2017, S.25), angemahnt, die Anreize für private Investoren auszubauen, um größere Transaktionsvolumina zu erreichen und damit risikoreichere Vorhaben zu unterstützen. Das INVEST-Programm der Bundesregierung gilt hierfür als gelungenes Beispiel (Gottschalk et al., 2016). Private Investoren erhalten einen steuerfreien Zuschuss in Höhe von 20 Prozent der Investitionssumme, die in ein junges Unternehmen investiert wurde.

7.4 Fazit zum Thema Wirtschaft, Start-ups / Gründungen

Dem Digitalindex „Wirtschaft und Forschung“ zufolge liegt NRW beim Bundesländervergleich im Mittelfeld (Opiela et al., 2017). Die Studie der Fachhochschule des Mittelstands (2017) zeigt

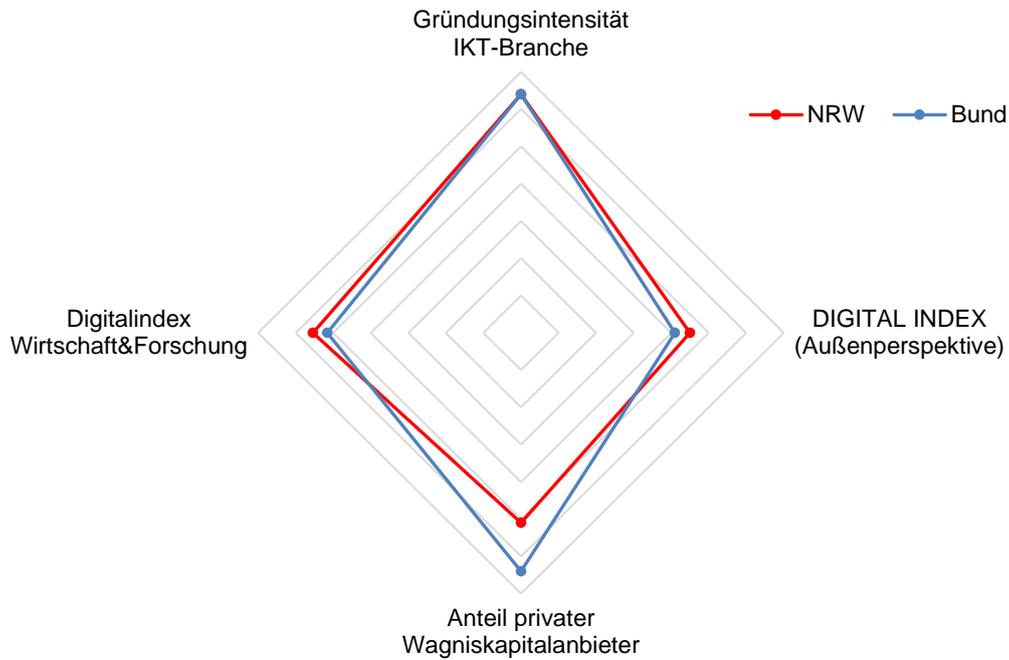
hingegen einen eher niedrig ausgeprägten Digitalisierungsgrad in der Wirtschaft NRW, was zum Teil die Wirtschaftsstruktur NRW widerspiegeln dürfte, in der Handel, Gesundheitswesen, Verkehr und Logistik sowie Metallindustrie relativ viel Gewicht einnehmen (siehe Abb. 9-9 im Anhang). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich Branchen nicht nur hinsichtlich ihres Grads, sondern auch hinsichtlich ihres Potenzials für die Digitalisierung unterscheiden. Verarbeitende Branchen oder Unternehmen, in denen noch viele manuelle, nicht-routine Tätigkeiten ausgeübt werden, wie beispielsweise im Handwerk, lassen sich grundsätzlich nicht so leicht bzw. so stark digitalisieren wie Branchen und Unternehmen mit einem hohen Anteil an Routinetätigkeiten. Die industrienahen Dienstleistungen weisen demnach im Vergleich zu Handwerk und Industrie den höchsten Digitalisierungsgrad auf. Dieser ist besonders ausgeprägt im Bereich der IT-Infrastruktur. Hingegen besteht in den Bereichen Wertschöpfung, Produktion und Leistungserstellung sowie Marketing und Vertrieb über alle Branchenaggregate hinweg noch viel Potenzial für Digitalisierung. Ausgehend von einer traditionell industriegeprägten Wirtschaft in NRW bieten Industrie 4.0-Technologien große Chancen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Dienstleistungssektor mittlerweile 72 Prozent der Wirtschaftsaktivität in NRW ausmacht. Die Chancen, die die Digitalisierung unternehmensnaher und industrienaher Dienstleistungen bieten, sind insofern nicht zu vernachlässigen.

Die aus verschiedenen Studien bekannten Voraussetzungen für erfolgreiche Digitalisierung dürften auch für die Wirtschaft in NRW gelten: Breitbandausbau, digitale Kompetenzen der Beschäftigten sowie klare Regeln bei Datenschutz und Datensicherheit begünstigen die Digitalisierung. Die Fortsetzung der Initiative „Wirtschaft und Arbeit 4.0“ mit einem Schwerpunkt auf die Qualifikation der Beschäftigten stellt hier wichtige Weichen. Aber auch Transparenz und die Bereitstellung von Informationen über die Chancen der Digitalisierung tragen dazu bei, den Nutzen möglicher Investitionen in die Digitalisierung zu verdeutlichen. Hier können beispielsweise die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ geförderten Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren eine wichtige Rolle spielen. Als Beispiel sei das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund als Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“⁵⁸ genannt. Dies kann zudem Möglichkeiten für Kooperationen eröffnen, die für die Digitalisierung sehr wichtig sind und durch Initiativen und Netzwerke wie die DWNRW-Hubs oder „It's OWL“ ergänzt werden.

Die Gründungsdynamik in NRW unterscheidet sich kaum von der auf Bundesebene. Trotz rückläufiger Gründungsraten weist die IKT-Branche in NRW eine hohe Gründungsrate im Vergleich zu anderen Branchen auf. Diese wird getrieben durch die IKT-Dienstleister. Die Bereitstellung von Wagniskapital ist essenziell für die Unterstützung von Gründungsaktivität und Unternehmenswachstum. Zwar haben die Volumina von Wagniskapital-Transaktionen nach der Krise im Vergleich zu vor der Krise auch in NRW zugenommen, gleichwohl gilt es weitere Anreize zu setzen für die Bereitstellung insbesondere von privatem Wagniskapital.

⁵⁸ Siehe: <http://www.mittelstand-digital.de/DE/Foerderinitiativen/Mittelstand-4-0/kompetenzzentrum-dortmund.html>

Abb. 7-10: Indikatoren für die digitale Transformation der Wirtschaft, Start-ups / Gründungen



	Gründungsintensität IKT-Branche (Anteil in Prozent multipliziert mit dem Wert 10)	DIGITAL INDEX (Außenperspektive)	Anteil privater Wagniskapitalanbieter (Anteil in Prozent)	Digitalindex Wirtschaft&Forschung
NRW	64	45	51	55,4
Bund	64	41	64	51,6

8 IT-Sicherheit

Mit der fortschreitenden Digitalisierung beinahe aller Arbeits- und Lebensbereiche rückt das Thema Cyber-Sicherheit verstärkt in den Fokus von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Die Bedeutung des Themas lässt sich auch an dem von Cisco (2017) prognostizierten Anstieg netzwerkfähiger Geräte von 17,1 Milliarden in 2016 auf 27,1 Milliarden in 2021 ablesen. Hierbei tragen insbesondere Machine-to-Machine (M2M) Systeme wie Smart Meters, Videoüberwachung und die medizinische Überwachung zum starken Wachstum bei. Einhergehend mit dieser Entwicklung steigen auch die Anzahl und die Tragweite der Cyber-Sicherheits-Vorfälle.

Vonseiten der Politik gibt es auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene Initiativen, Strategien und Gesetzesvorhaben um diesem Problem entgegenzuwirken. So hat die EU-Kommission im September 2017 ein umfassendes Cybersicherheitspaket veröffentlicht.⁵⁹ Auch die vom Bundesministerium des Innern (2016) veröffentlichte Cyber-Sicherheitsstrategie für Deutschland bündelt eine Vielzahl unterschiedlichster Maßnahmen. Das Thema Cyber-Sicherheit wird nachfolgend aus drei unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet. Neben den Privatanwendern werden Unternehmen sowie die öffentliche Verwaltung untersucht.

8.1 IT-Sicherheit der Verbraucher

Der Anteil der Internetnutzer an der deutschen Gesamtbevölkerung ab 14 Jahren hat sich zwischen 2001 und 2017 von 37 auf 81 Prozent erhöht, wobei seit dem Jahr 2012 nur noch eine jährliche Zunahme zwischen 0 und 2 Prozentpunkten zu verzeichnen ist.⁶⁰ Auch das Nettovolumen des Online-Handels in Deutschland hat von 6,4 Mrd. Euro im Jahr 2005 auf voraussichtlich 53,4 Mrd. Euro im Jahr 2018 außerordentlich zugenommen.⁶¹ Somit sind auch immer mehr Verbraucher bei immer mehr Transaktionen möglichen Gefahren im Internet ausgesetzt.

Deutschland sicher im Netz e.V. (DsiN) ist eine unter der Schirmherrschaft des Bundesinnenministers agierende Initiative mit dem Ziel, bei Verbrauchern und Unternehmen ein stärkeres Bewusstsein für den sicheren Umgang mit dem Internet zu schaffen. Der sogenannte DsiN-Sicherheitsindex gibt einen Überblick über die digitale Sicherheitslage der Verbraucher in Deutschland. Er setzt sich aus Angaben zu konkreten Sicherheitsvorfällen, dem subjektiven Gefährdungsgefühl, der Sicherheitskompetenz (Kenntnis von Schutzmaßnahmen) sowie dem Sicherheitsverhalten (Nutzung von Schutzmaßnahmen) zusammen.⁶² Der DsiN-Sicherheitsindex wird jährlich veröffentlicht, wobei eine gesonderte Auswertung auf Bundesländerebene letztmalig im Jahr 2016 veröffentlicht wurde. Abb. 8-1 verdeutlicht, dass die digitale Sicherheitslage der Verbraucher zwischen den einzelnen Bundesländern doch spürbar variiert. So weist

⁵⁹ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-3193_de.htm.

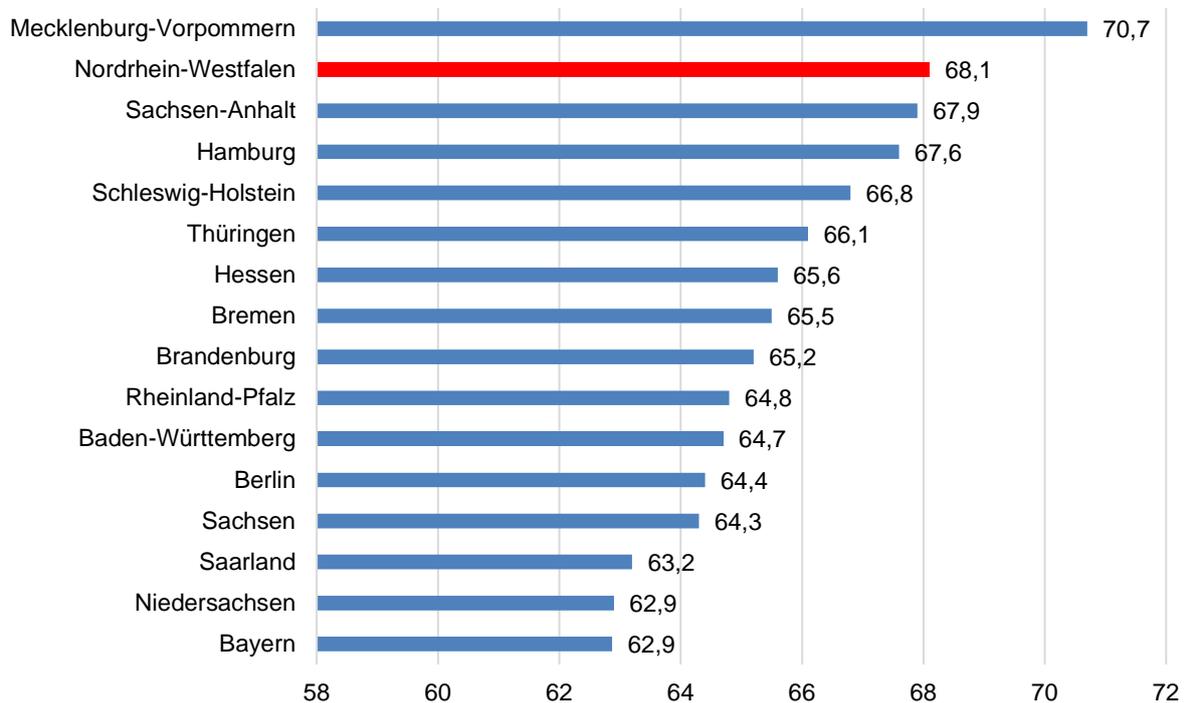
⁶⁰ Initiative D21 (2018), S. 10.

⁶¹ Handelsverband Deutschland (HDE), Jahrespressekonferenz 31. Januar 2018. siehe S. 8 von der Charts zur Jahrespressekonferenz https://www.einzelhandel.de/index.php?option=com_attachments&task=download&id=9332.

⁶² Der Gesamtindex wird wie folgt berechnet: $DsiN = 0,375 \cdot (100 - \text{Index}(\text{Sicherheitsvorfälle})) + 0,125 \cdot (100 - \text{Index}(\text{Gefährdungsgefühl})) + 0,375 \cdot \text{Index}(\text{Sicherheitsverhalten}) + 0,125 \cdot \text{Index}(\text{Sicherheitswissen})$.

Bayern mit 62,87 Punkten den geringsten Indexwert und die schlechteste Sicherheitslage auf, während Mecklenburg-Vorpommern mit mehr als 70 Indexpunkten dieses Ranking deutlich anführt. Nordrhein-Westfalen liegt jedoch mit 68,1 Indexpunkten auf einem sehr guten zweiten Platz.

Abb. 8-1: Index der digitalen Sicherheitslage der Verbraucher nach Bundesländern im Jahr 2016



Quelle: Deutschland sicher im Netz (2016), DsiN-Sicherheitsindex 2016, S. 26.

Beim Thema Sicherheitsbewusstsein kann auch eine Analyse von „Google Trends“-Daten nach Bundesländern zu einem Erkenntnisgewinn beitragen. Der Suchbegriff „Meltdown“, welcher eine am 3. Januar 2018 veröffentlichte Hardware-Sicherheitslücke in Mikroprozessoren mit erheblichem Gefahrenpotenzial beschreibt⁶³, ist dazu gut geeignet. Dies liegt darin begründet, dass zum Datenerhebungszeitpunkt im Februar 2018 keine bis höchstens geringe tatsächliche Schäden aufgrund dieser Sicherheitslücke eingetreten waren. Suchanfragen nach diesem Begriff zeigen daher explizit das Sicherheitsbewusstsein der Bürger (und höchstwahrscheinlich auch in geringem Umfang der Unternehmen) auf. Die Auswertung in Abb. 9-13 im Anhang zeigt einen Index⁶⁴ relativ zum Spitzenreiter, welcher hier das Land Bremen ist. Nordrhein-Westfalen

⁶³ Siehe z.B. <https://heise.de/-3938146>.

⁶⁴ Basierend auf dem Anteil des Suchbegriffs „Meltdown“ an allen Suchanfragen in dem jeweiligen Bundesland.

liegt mit 61 Indexpunkten im Mittelfeld des Bundesländervergleichs. An letzter Stelle liegen überraschenderweise, insbesondere auch im Hinblick auf die Ergebnisse des DsiN-Sicherheitsindex, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt.

Die IT-Sicherheit der Verbraucher und insbesondere auch ihr Sicherheitsbewusstsein stehen im Fokus der Europäischen Kommission. In einer repräsentativen Eurobarometer Umfrage vom Juni 2017 (Europäische Kommission, 2017c) gaben 52 Prozent der deutschen Bevölkerung an, gut über die Risiken der Cyberkriminalität informiert zu sein. Dieser Wert liegt 6 Prozentpunkte über dem EU28 Durchschnitt und auch 6 Prozentpunkte höher als bei der letzten Befragung im Oktober 2014. Bei den tatsächlichen Sicherheitsvorfällen jedoch steht Deutschland teilweise schlechter da als der EU28 Durchschnitt. So gaben in Deutschland im Jahr 2017 46 Prozent der Befragten an, schädliche Software auf einem ihrer Geräte entdeckt zu haben, während der Durchschnittswert der EU28 bei 42 Prozent der Befragten liegt. Allerdings könnten auch die Entdeckungsraten zwischen den einzelnen EU-Ländern variieren. Insgesamt positiv zu vermerken ist, dass beide Werte im Vergleich zu 2014 erheblich gefallen sind.

8.2 IT-Sicherheit der Unternehmen

Laut der von der Allianz für Cyber-Sicherheit für das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2018) durchgeführten Online-Befragung zur Lage der IT-Sicherheit in Deutschland waren rund 70% der Befragten in den Jahren 2016 und 2017 Cyber-Angriffen ausgesetzt. Bei etwa der Hälfte der Fälle waren die Angreifer dabei auch erfolgreich. Eine aktuelle Befragung des WIK (2018) unter kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Von den 1505 befragten KMU in Deutschland hatten im Jahr 2017 53 Prozent mit Problemen durch Virenangriffe zu kämpfen. Diese Zahl blieb im Vergleich zum Jahr 2011/2012 konstant. Vergleichbare Befragungen mit einer Auswertung auf Bundesländerebene sind nur begrenzt verfügbar.

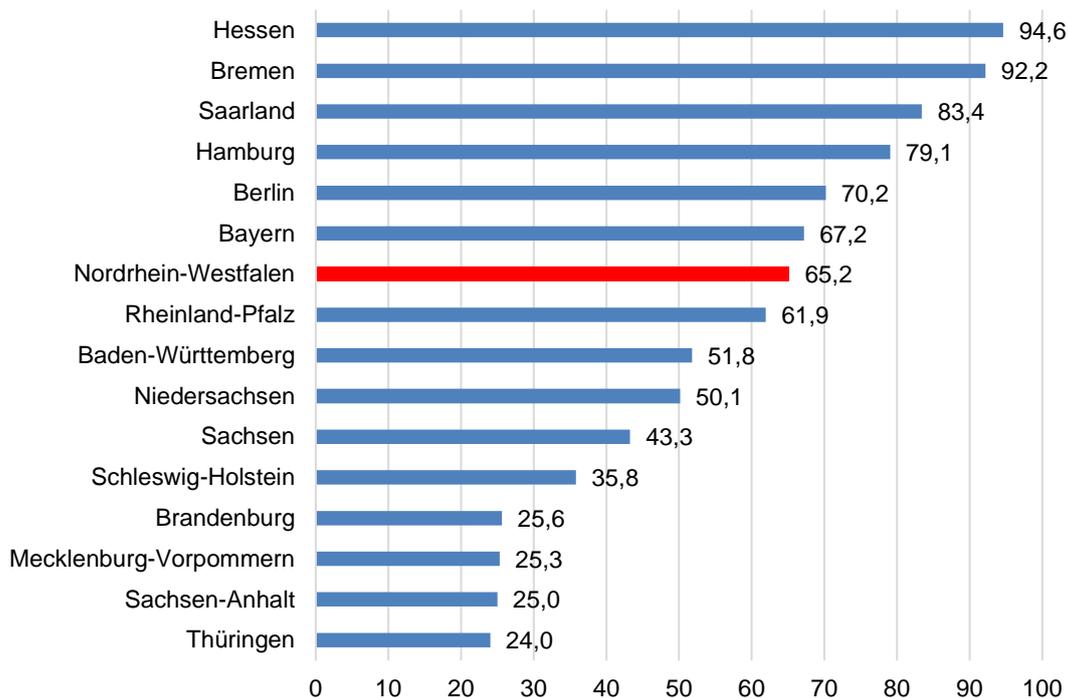
Eine der wenigen Ausnahmen bildet die im April 2018 veröffentlichte Studie der Initiative Unternehmerperspektiven (Commerzbank, 2018). In der dort durchgeführten Befragung im Zeitraum von November 2017 bis Januar 2018 wurden insgesamt 2.004 mittelständische Unternehmen (davon 505 in Nordrhein-Westfalen) ab einem Jahresumsatz von 2,5 Millionen Euro zum Thema Big Data und Cyber-Sicherheit befragt. Bei der wahrgenommene Bedrohungslage sowie den tatsächlichen Cyber-Sicherheits-Vorfällen lagen die Unternehmen aus NRW meist im Bundesdurchschnitt. So wurden z.B. 18 Prozent der Unternehmen in NRW durch Trojaner oder Viren geschädigt. Der Bundesdurchschnitt lag bei dieser Frage bei 17 Prozent. Auch bei den technischen oder physischen Maßnahmen zur Erhöhung der IT-Sicherheit (Firewalls und Virenschutz, Datenverschlüsselung etc.) lagen die Unternehmen in NRW bei allen Punkten fast genau im Bundesdurchschnitt.

Einen weiteren Anhaltspunkt für NRW liefert der Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL für das Land Baden-Württemberg (Graumann et al., 2018). Dort wurden im Jahr 2017 die Unternehmen in Baden-Württemberg befragt, inwieweit sich die Gefährdung durch Cyberangriffe in den letzten 3 Jahren verändert hat. In der Gewerblichen Wirtschaft sehen 44 Prozent der Unternehmen in

Baden-Württemberg eine stark erhöhte bzw. erhöhte Gefährdungslage. Diese Einschätzung schwankt jedoch sehr stark von Branche zu Branche (siehe Abb. 9-11). Insbesondere bei den Finanz- und Versicherungsdienstleistern (75 Prozent der Unternehmen), der IKT-Branche (60 Prozent), aber auch dem Maschinenbau und Fahrzeugbau (58 Prozent) geht eine deutliche Mehrheit der Unternehmen von einer erhöhten Gefährdungslage aus.

Die IT-Sicherheit in Unternehmen lässt sich unter anderem durch den Austausch von Best-Practices und der Erzeugung eines Sicherheitsbewusstseins erhöhen. Genau an diesen Punkten setzt die Initiative Allianz für Cyber-Sicherheit des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zusammen mit dem Branchenverband Bitkom an. Die Anzahl der Teilnehmer der Allianz für Cyber-Sicherheit (pro 100.000 Unternehmen) nach Bundesländern ist in Abb. 8-2 dargestellt. Auf den ersten drei Plätzen liegen Hessen, Bremen und das Saarland. Nordrhein-Westfalen liegt mit 65 Teilnehmer pro 100.000 Unternehmen, bzw. insgesamt 464 Teilnehmern, im Mittelfeld. Auf dem letzten Platz liegt Thüringen, wo weniger als 25 von 100.000 Unternehmen sich der Allianz für Cyber-Sicherheit angeschlossen haben.

Abb. 8-2: Anzahl der Teilnehmer der Allianz für Cyber-Sicherheit (pro 100.000 Unternehmen) nach Bundesländern



Quelle: Liste der Teilnehmer auf <https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de>, Stand 25.01.2018, Berechnungen des ZEW.
Anmerkung: 15 Prozent aller 2448 Teilnehmer sind nicht öffentlich aufgeführt und lassen sich somit auch keinem Bundesland zuordnen.

Bundesweite Zahlen zum Thema IT-Sicherheitsbewusstsein finden sich wiederum in der KMU Befragung von WIK (2018). In dieser Befragung wurden die Unternehmen gefragt, wie sie den Schutzbedarf ihrer Datenbestände einschätzen. In allen vier abgefragten Kategorien (Kundendaten, Rechnungsdaten, Personaldaten, Prozessdaten) stieg zwischen 2011/2012 und 2017 der Anteil der Unternehmen, die den Schutzbedarf als hoch oder sehr hoch einschätzten, an. Bei den Kunden- und Rechnungsdaten sehen 80 Prozent der Unternehmen einen hohen bzw. sehr hohen Schutzbedarf, wohingegen dieser Wert bei den bei den Prozessdaten nur bei 29 Prozent liegt. Dieses Ergebnis ist insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Vernetzung im Rahmen von Industrie 4.0 alarmierend.

Bei den Ausgaben für IT-Sicherheit, gemessen als Anteil am IT-Budget, gibt es große Unterschiede zwischen den Branchen. Dies lässt sich abermals aus dem Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL für das Land Baden-Württemberg ableiten (Graumann et al., 2018). Spitzenreiter in Baden-Württemberg ist wenig überraschend die IKT-Branche selbst, in der 27 Prozent der Unternehmen mehr als 10 Prozent ihres IT-Budgets für IT-Sicherheit ausgeben (siehe Abb. 9-12). Auf Rang 2 folgen der Maschinenbau und Fahrzeugbau mit einem Anteil von 14 Prozent der Unternehmen. Das Schlusslicht bildet die Chemie und Gesundheitsindustrie. Dort gaben nur 4 Prozent der Unternehmen in Baden-Württemberg mehr als 10 Prozent ihres IT-Budgets für IT-Sicherheit aus.

Einen anderen Blickwinkel bietet die Betrachtung der Anzahl der Anbieter von IT-Sicherheitslösungen (konkret IT-Sicherheitsberatung) je Bundesland in Abb. 9-14 im Anhang. Die regionale Verfügbarkeit eines solchen Anbieters kann ein durchaus relevantes Kriterium für die Inanspruchnahme von Beratungsdienstleistungen zum Thema IT-Sicherheit sein. In Hamburg, Hessen und Bremen findet sich die größte Anzahl von Anbietern von IT-Sicherheitsberatung pro 100.000 Unternehmen aller Branchen. Nordrhein-Westfalen liegt mit knapp 70 Unternehmen im Bereich IT-Sicherheitsberatung pro 100.000 Unternehmen aller Branchen im Mittelfeld der Bundesländer. Das Schlusslicht bildet Brandenburg.

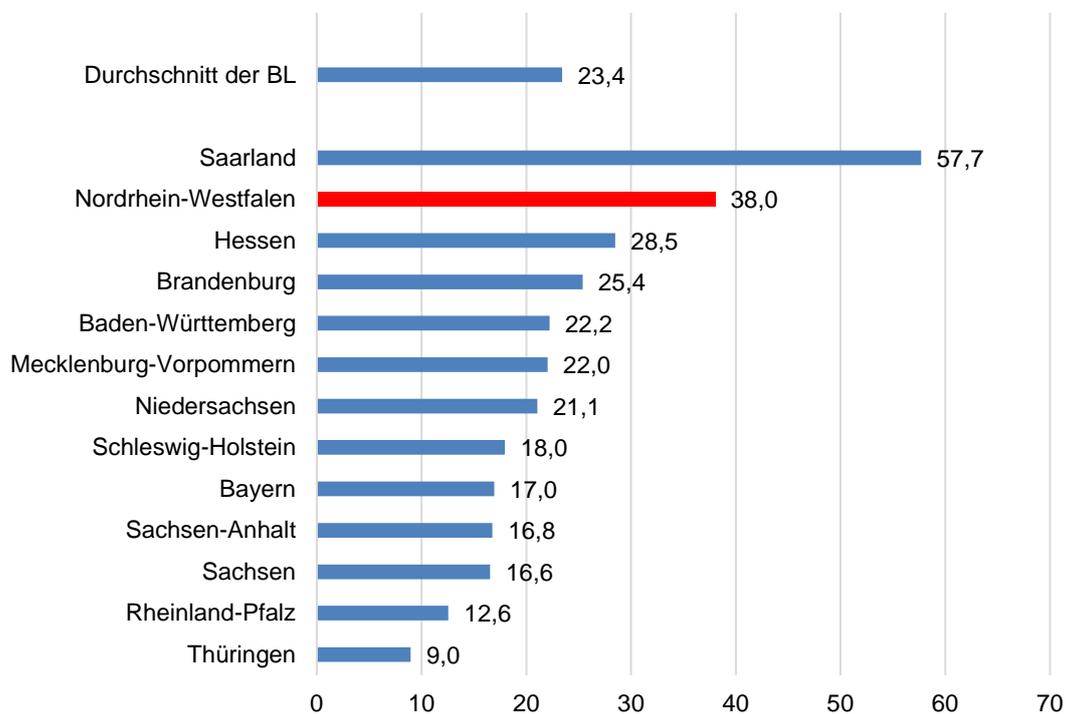
8.3 IT-Sicherheit in der öffentlichen Verwaltung

Auch in der öffentlichen Verwaltung nimmt die Digitalisierung langsam Fahrt auf. Dementsprechend nimmt auch die Bedeutung des Themas IT-Sicherheit auf allen Verwaltungsebenen stetig zu. Dass die öffentliche Verwaltung ein Ziel für Cyber-Angriffe darstellt, lässt sich beispielsweise aus dem Lagebericht des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (2016) ableiten. So hat sich die Anzahl der Denial of-Service (DoS)-Angriffe auf Webseiten der Bundesbehörden zwischen 2010 und Mitte 2016 vervierfacht. Auch wurden im Jahr 2016 in der Bundesverwaltung monatlich durchschnittlich 52.000 E-Mails mit Schadprogrammen abgefangen.⁶⁵ Bezüglich des Sicherheitsbewusstseins auf kommunaler Ebene gibt Abb. 8-3 Auskunft. In ihr wird der Anteil der kommunalen Webseiten, die eine verschlüsselte Verbindung auf Basis des https Protokolls erzwingen, je Bundesland dargestellt. Da Bürger und Unternehmen auf kommunalen Webseiten

⁶⁵ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2017).

oftmals auch sensible Daten preisgeben, wäre eine verschlüsselte Verbindung wünschenswert. Deutschlandweit führend ist das Saarland, wo knapp 58 Prozent der kommunalen Webseiten verschlüsselte Verbindungen erzwingen. Mit 38 Prozent liegt Nordrhein-Westfalen auf Rang 2. Schlusslicht ist Thüringen, wo weniger als 10 Prozent der kommunalen Webseiten sichere Verbindungen forcieren.

Abb. 8-3: Anteil der kommunalen Webseiten, die eine https-verschlüsselte Verbindung erzwingen

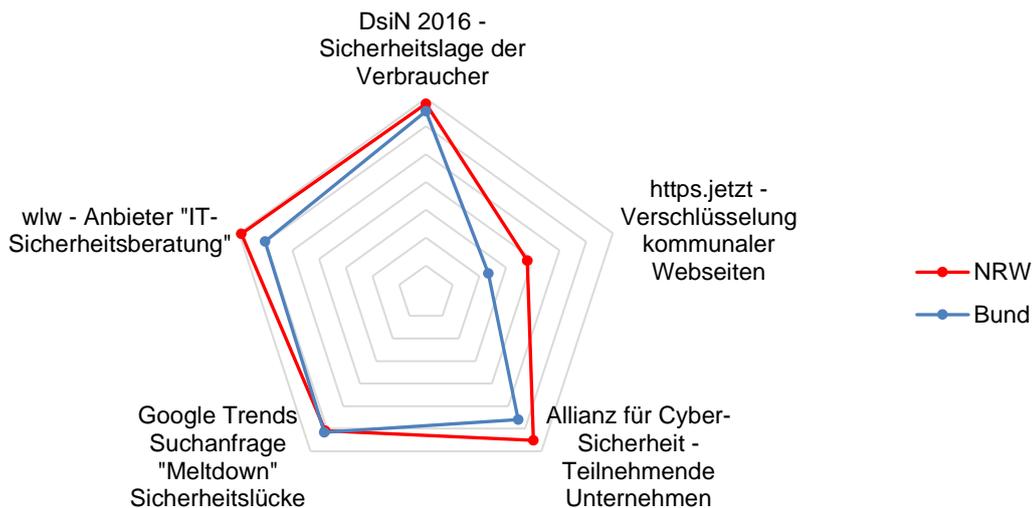


Quelle: <https.jetzt>. Stand 09.01.2018. Berechnungen des ZEW. Die Daten decken 8383 der 11137 Gemeinden Deutschlands ab. Die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sind ausgenommen.

8.4 Fazit zum Thema IT-Sicherheit

Die Datenlage zum Thema Cyber-Sicherheit ist auf Ebene der Bundesländer momentan noch sehr begrenzt. Turnusmäßige und gleichzeitig repräsentative Erhebungen sind aktuell kaum vorhanden. Dies ist eine der zentralen Herausforderungen, da zukunftsweisende Entscheidungen im Themenkomplex Cyber-Sicherheit einer validen Informationsbasis bedürfen. Momentan ist somit im Vergleich zu den anderen hier dargestellten Themenfeldern nur eine selektive Analyse möglich. Nichtsdestotrotz kann festgestellt werden, dass das Land Nordrhein-Westfalen bei den fünf hier dargestellten Indikatoren zur Cyber-Sicherheit fast ausnahmslos und zum Teil auch sehr deutlich über dem Durchschnitt der Bundesländer liegt. Insbesondere das Sicherheitsbewusstsein der öffentlichen Verwaltung auf kommunaler Ebene, gemessen am Anteil der kommunalen Webseiten, die eine verschlüsselte Verbindung auf Basis des https- Protokolls erzwingen, scheint in Nordrhein-Westfalen stark ausgeprägt.

Abb. 8-4: Indikatoren IT-Sicherheit



	Indikatoren IT-Sicherheit				
	DsiN 2016 - Sicherheitslage der Verbraucher (Index)	https.jetzt - Verschlüsselung kommunaler Webseiten (Anteil)	Allianz für Cyber-Sicherheit - Teilnehmende Unternehmen ³	Google Trends Suchanfrage "Meltdown" Sicherheitslücke (Index)	wlv - Anbieter IT-Sicherheitsberatung ³
NRW	68,1	38,0	65,2	61,0	69,1
Bund	65,4 ¹	23,4 ²	55,9 ²	61,6 ²	60,3 ²

¹ Bundesdurchschnitt, ² Durchschnitt der Bundesländer, ³ pro 100.000 Unternehmen

9 Anhang

9.1 Tabellen

Tab. 9-1: Ergebnisse des Länderindikators Schule digital 2016 und 2017 in NRW

Indikatoren	2016	2017
IT-Ausstattung der Schulen		
Ausreichende IT-Ausstattung	▪	▪
Ausreichender Internetzugang	▪	▪
WLAN-Zugang in den Klassenräumen	↓	▪
Technischer Stand der Computer	▪	↓
Technischer Support	▪	↑
Pädagogischer Support	↓	↓
Lernplattform	▪	↓
Nutzung digitaler Medien im Unterricht		
Medienkonzept in Schule vorhanden	↑	▪
Genügend Vorbereitungszeit für IT-Unterricht	▪	▪
Beispielmaterial zu IT-Unterricht vorhanden	↓	↓
Interne Workshops zu IT-Unterricht	▪	▪
Gemeinsame Entwicklung v. IT-Stunden		▪
Unterrichtshospitation		▪
Verbesserung schulischer Leistungen	▪	▪
Förderung der IT-bezogenen Fähigkeiten der Schüler		
Speichern von Informationen in Dokument	▪	↑
Bearbeitung von Tabellen/Grafiken/Texten	▪	▪
Üben der Navigation im Internet	↑	↓
Adressatengerechte Poster/Präsentationen	▪	▪
Kritischer Umgang mit Online-Quellen	▪	▪
IT-Kompetenzen von Lehrpersonen		
Unterrichtsgestaltung	▪	↑
Strategien	▪	↑
Vermittlung von Fachinhalten	↓	↑
Verbesserung der Lehr- und Lernprozesse	▪	▪
Anleitung anderer Lehrkräfte	▪	↓

Quelle: Bos et al. (2016), Lorenz et al. (2017). Anmerkung: ↑ NRW liegt in der oberen Ländergruppe; ▪ NRW liegt in der mittleren Ländergruppe; ↓ NRW liegt in der unteren Ländergruppe.

Tab. 9-2: Auszubildende in MINT-Berufen in 2017, NRW und Bund

Klassifizierung der Berufe 2010	NRW		Bund	
	Anzahl gesamt	Anteil Frauen	Anzahl gesamt	Anteil Frauen
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe				
251 Maschinenbau- und Betriebstechnik	8.394	4,7	45.957	8,1
252 Fahrzeug-Luft-Raumfahrt-,Schiffbautechn.	11.919	3,6	63.116	4,8
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe				
261 Mechatronik und Automatisierungstechnik	4.344	4,8	27.764	7,1
262 Energietechnik	10.008	2,9	42.630	3,4
263 Elektrotechnik	3.803	7,7	20.892	10,0
27 Techn.Entwickl.Konstr.Produktionssteuer.				
271 Technische Forschung und Entwicklung	82	31,7	553	23,1
272 Techn. Zeichnen, Konstruktion, Modellbau	2.770	34,8	13.284	36,8
273 Technische Produktionsplanung,-steuerung	446	23,1	3.369	26,6
31 Bauplanung,Architektur,Vermessungsberufe				
311 Bauplanung u. -überwachung, Architektur	138	37,0	1.078	31,8
312 Vermessung und Kartografie	574	24,4	2.210	25,2
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe				
341 Gebäudetechnik	189	6,3	782	7,0
342 Klempnerei,Sanitär,Heizung,Klimatechnik	6.641	1,1	28.512	1,5
343 Ver- und Entsorgung	1.585	3,9	7.886	3,9
41 Mathematik-Biologie-Chemie-,Physikberufe				
411 Mathematik und Statistik	*	*	18	27,8
412 Biologie	*	*	1.579	68,9
413 Chemie	3.686	25,4	11.601	32,4
414 Physik	431		1.457	24,5
42 Geologie-,Geografie-,Umweltschutzberufe				
421 Geologie, Geografie und Meteorologie	*	*	11	63,6
422 Umweltschutztechnik	363	10,7	1.911	12,9
423 Umweltmanagement und -beratung	*	*	67	29,9
43 Informatik- und andere IKT-Berufe				
431 Informatik	4.653	8,5	21.802	10,8
432 IT-Systemanalyse,Anwenderber,IT-Vertrieb	823	16,9	3.574	19,6
433 IT-Netzwerk.,-Koord.,-Administr.,-Orga.	334	10,5	1.299	10,8
434 Softwareentwicklung und Programmierung	2.151	10,0	6.928	10,2
51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.)				
511 Tech.Betrieb Eisenb.,Luft,Schiffsverkehr	13	*	141	14,2
512 Überwachung,Wartung,Verkehrsinfrastruktur	288	4,5	1.340	3,2
515 Überwachung u. Steuerung Verkehrsbetrieb	45	*	267	18,0
81 Medizinische Gesundheitsberufe				
812 Medizinisches Laboratorium	252	95,6	984	94,0
Summe MINT Auszubildende	64.142	8,2	311.012	9,7
Summe Auszubildende Insgesamt	295.306	43,6	1.317.342	43,5

Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Beschäftigte nach Berufen (IcIb 2010) (Quartalszahlen, Stichtag 30.06.2017), Berechnungen des ZEW. Anmerkung: * keine Angabe aus Gründen der Anonymisierung.

Tab. 9-3: Studienanfänger/innen im MINT-Bereich (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern

	Alle Fächer	MINT-Fächer		
	Anzahl	Anzahl	Anteil Deutschland ¹	Anteil Region ²
Baden-Württemberg	114.397	51.530	14,8	45,0
Bayern	132.346	56.128	16,2	42,4
Berlin	58.558	23.075	6,6	39,4
Brandenburg	15.217	4.729	1,4	31,1
Bremen	10.859	4.394	1,3	40,5
Hamburg	27.111	8.550	2,5	31,5
Hessen	72.191	31.234	9,0	43,3
Mecklenburg- Vorpommern	11.708	4.245	1,2	36,3
Niedersachsen	64.356	26.806	7,7	41,7
Nordrhein-Westfalen	220.678	87.092	25,1	39,5
Rheinland-Pfalz	38.790	13.666	3,9	35,2
Saarland	9.549	2.649	0,8	27,7
Sachsen	31.758	14.581	4,2	45,9
Sachsen-Anhalt	15.955	5.575	1,6	34,9
Schleswig-Holstein	16.934	6.493	1,9	38,3
Thüringen	15.993	6.261	1,8	39,1
Deutschland	856.400	347.008	100,0	40,5

Quelle: Komm, mach MINT (2016), Berechnungen des ZEW.

Anmerkungen: ¹ Anteil der Studienanfänger/innen an der bundesweiten Zahl der Studienanfänger/innen des Faches;
² Anteil der Studienanfänger/innen an der Gesamtzahl der Studienanfänger/innen aller Fächer der jeweiligen Region.
 Lesehilfe: Im Wintersemester 2015/2016 begannen 87.092 Studienanfänger/innen ihr Studium in einem MINT-Fach in NRW. Ein Anteil von 25,1 Prozent der bundesweiten Studienanfänger/innen im MINT-Bereich (347.008) begann das Studium in NRW. Ein Anteil von 39,5 Prozent der Studienanfänger/innen aller Fächer in NRW (220.678) begann dort ein Studium im MINT-Bereich.

Tab. 9-4: Studienanfänger/innen in Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern

	Mathematik, Naturwissenschaften			Ingenieurwissenschaften		
	Anzahl	Anteil Deutschland ¹	Anteil Region ²	Anzahl	Anteil Deutschland ¹	Anteil Region ²
Baden-Württemberg	12.463	12,0	10,9	39.067	16,0	34,2
Bayern	16.540	16,0	12,5	39.588	16,3	29,9
Berlin	7.155	6,9	12,2	15.920	6,5	27,2
Brandenburg	1.384	1,3	9,1	3.345	1,4	22,0
Bremen	1.377	1,3	12,7	3.017	1,2	27,8
Hamburg	2.517	2,4	9,3	6.033	2,5	22,3
Hessen	9.379	9,1	13,0	21.855	9,0	30,3
Mecklenburg-Vorpommern	1.533	1,5	13,1	2.712	1,1	23,2
Niedersachsen	8.414	8,1	13,1	18.392	7,6	28,6
Nordrhein-Westfalen	28.488	27,5	12,9	58.604	24,1	26,6
Rheinland-Pfalz	4.813	4,6	12,4	8.853	3,6	22,8
Saarland	723	0,7	7,6	1.926	0,8	20,2
Sachsen	3.672	3,5	11,6	10.909	4,5	34,4
Sachsen-Anhalt	1.432	1,4	9,0	4.143	1,7	26,0
Schleswig-Holstein	2.216	2,1	13,1	4.277	1,8	25,3
Thüringen	1.436	1,4	9,0	4.825	2,0	30,2
Deutschland	103.542	100,0	12,1	243.466	100,0	28,4

Quelle: Komm, mach MINT (2016), Berechnungen des ZEW.

Anmerkungen: ¹ Anteil der Studienanfänger/innen an der bundesweiten Zahl der Studienanfänger/innen des Faches;

² Anteil der Studienanfänger/innen an der Gesamtzahl der Studienanfänger/innen aller Fächer der jeweiligen Region.

Lesehilfe: Ein Anteil von 24,1 Prozent der bundesweiten Studienanfänger/innen der Ingenieurwissenschaften begann das Studium in NRW. Ein Anteil von 26,6 Prozent der Studienanfänger/innen aller Fächer in NRW begann dort ein Studium der Ingenieurwissenschaften.

Tab. 9-5: Studienanfänger/innen in ausgewählten Fächern der Ingenieurwissenschaften (1. Fachsemester), Wintersemester 2015/16, nach Bundesländern

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik und Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Baden-Württemberg	2.518	4.584	10.519	11.681
Bayern	3.096	4.696	10.670	10.390
Berlin	956	1.673	3.973	4.210
Brandenburg	244	137	984	550
Bremen	182	436	856	637
Hamburg	481	579	1.187	1.806
Hessen	2.363	2.766	6.915	4.844
Mecklenburg-Vorpommern	167	396	645	669
Niedersachsen	1.583	2.218	4.306	4.804
Nordrhein-Westfalen	3.888	6.853	19.392	13.972
Rheinland-Pfalz	989	608	2.877	1.701
Saarland	118	112	885	334
Sachsen	1.386	1.496	2.456	3.078
Sachsen-Anhalt	203	415	887	1.001
Schleswig-Holstein	130	683	1.732	992
Thüringen	592	434	714	1.103
Deutschland	18.896	28.086	68.998	61.772

Quelle: Komm, mach MINT (2016).

Tab. 9-6: Zehn beliebteste Fächer im MINT-Bereich in NRW, nach Zahl der Studierenden in 2015

	Anzahl Studierende insgesamt	% aller MINT-Studierenden	% aller männlichen MINT-Studierenden	% aller weiblichen MINT-Studierenden	% weibliche Studierende im Fach
Informatik	57.012	20,1	22,6	14,0	20,4
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	51.449	18,1	21,0	11,1	17,8
Mathematik	23.129	8,1	6,4	12,2	43,9
Elektrotechnik/Informationstechnik	22.840	8,0	9,9	3,4	12,4
Wirtschaftsingenieurwesen	21.190	7,5	8,4	5,1	20,2
Biologie	17.430	6,1	3,6	12,2	58
Chemie	16.524	5,8	4,8	8,4	42
Physik/Astronomie	15.983	5,6	5,1	7,0	36,1
Bauingenieurwesen	13.521	4,8	4,8	4,7	28,9
Architektur/Innenarchitektur	9.990	3,5	2,0	7,2	59,5
MINT insgesamt	284.146				29,2

Quelle: IT.NRW (2016).

Tab. 9-7: Interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Prozent des jeweiligen BIP, nach Sektoren und Bundesländern in 2015

	Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck	Hochschulen	Wirtschaft	Insgesamt
	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %	Anteil in %
Baden-Württemberg	0,41	0,51	4,02	4,94
Bayern	0,31	0,42	2,44	3,17
Berlin	1,20	0,90	1,47	3,56
Brandenburg	0,70	0,35	0,60	1,65
Bremen	1,09	0,69	1,02	2,80
Hamburg	0,46	0,52	1,26	2,24
Hessen	0,24	0,43	2,15	2,82
Mecklenburg-Vorpommern	0,62	0,65	0,60	1,87
Niedersachsen	0,39	0,53	2,53	3,45
Nordrhein-Westfalen	0,32	0,51	1,13	1,96
Rheinland-Pfalz	0,15	0,41	1,79	2,35
Saarland	0,38	0,52	0,64	1,55
Sachsen	0,78	0,77	1,19	2,73
Sachsen-Anhalt	0,49	0,55	0,37	1,40
Schleswig-Holstein	0,34	0,36	0,77	1,47
Thüringen	0,46	0,59	0,97	2,01
Deutschland	0,41	0,51	2,01	2,93

Quelle: Statistisches Bundesamt (2015a), Berechnungen des ZEW.

Anmerkungen: BIP nach Berechnungen des Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“

Lesehilfe: NRW tätigte im Jahr 2015 insgesamt interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Höhe von 1,96 Prozent seines BIP.

Tab. 9-8: Interne FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, NRW und Bund in 2015

WZ 2008	Bezeichnung	NRW	Bund
		Mio. Euro	Mio. Euro
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	6.387	51.913
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	1.145	3.786
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	483	3.956
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	200	1.399
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	420	1.355
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	698	7.541
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	891	2.249
28	Maschinenbau	877	5.459
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	1.223	21.466
30	Sonstiger Fahrzeugbau	37	2.007
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	2	1.707
Rest C	Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte (10-19,31-33)	411	2.693
J 58-63	Information und Kommunikation	216	3.185
62.01	Programmierungstätigkeiten	76	2.498
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	495	4.685
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	183	2.269
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	285	2.170
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	89	295
Rest	Restliche Abschnitte (A,B,D-I,K,L,N-U)	256	1.169
	Insgesamt	7.352	60.952

Quelle: Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (2017).

Tab. 9-9: FuE-Personal pro 1.000 Einwohner, nach Sektoren und Bundesländern in 2015

	Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck	Hochschulen	Wirtschaft	Insgesamt
	Anzahl/1.000 Einwohner	Anzahl/1.000 Einwohner	Anzahl/1.000 Einwohner	Anzahl/1.000 Einwohner
Baden-Württemberg	1,46	1,94	10,48	13,88
Bayern	1,07	1,62	7,07	9,75
Berlin	3,22	2,88	3,79	9,88
Brandenburg	1,58	0,93	1,48	3,98
Bremen	3,69	3,05	3,75	10,49
Hamburg	1,87	2,53	4,65	9,05
Hessen	0,74	1,36	6,30	8,40
Mecklenburg-Vorpommern	1,32	1,36	1,04	3,72
Niedersachsen	1,05	1,43	4,07	6,55
Nordrhein-Westfalen	0,97	1,53	3,17	5,67
Rheinland-Pfalz	0,51	1,17	3,77	5,45
Saarland	1,17	1,53	1,96	4,66
Sachsen	1,84	2,16	3,01	7,01
Sachsen-Anhalt	1,15	1,19	1,06	3,40
Schleswig-Holstein	0,89	0,98	1,88	3,75
Thüringen	1,13	1,55	2,47	5,15
Deutschland	1,24	1,63	4,93	7,79

Quelle: Statistisches Bundesamt (2015b), Berechnungen des ZEW.

Tab. 9-10: Patentanmeldungen und wissenschaftliche Publikationen, nach Bundesländern in 2015

Bundesland	Patentanmeldungen	Wissenschaftliche Veröffentlichungen
	Anzahl/10.000 Einwohner	Anzahl/Mio. Einwohner
Baden-Württemberg	13,1	1.473
Bayern	11,9	994
Berlin	2,4	2.460
Brandenburg	1,4	641
Bremen	2,4	2.618
Hamburg	4,5	2.735
Hessen	3,1	1.808
Mecklenburg-Vorpommern	1,0	2.671
Niedersachsen	4,4	1.343
Nordrhein-Westfalen	3,8	874
Rheinland-Pfalz	2,3	983
Saarland	2,1	908
Sachsen	2,2	1.967
Sachsen-Anhalt	0,9	1.298
Schleswig-Holstein	1,6	810
Thüringen	2,4	1.565
Deutschland	5,8	1.572

Quelle: IW (2015) und BMBF (2016).

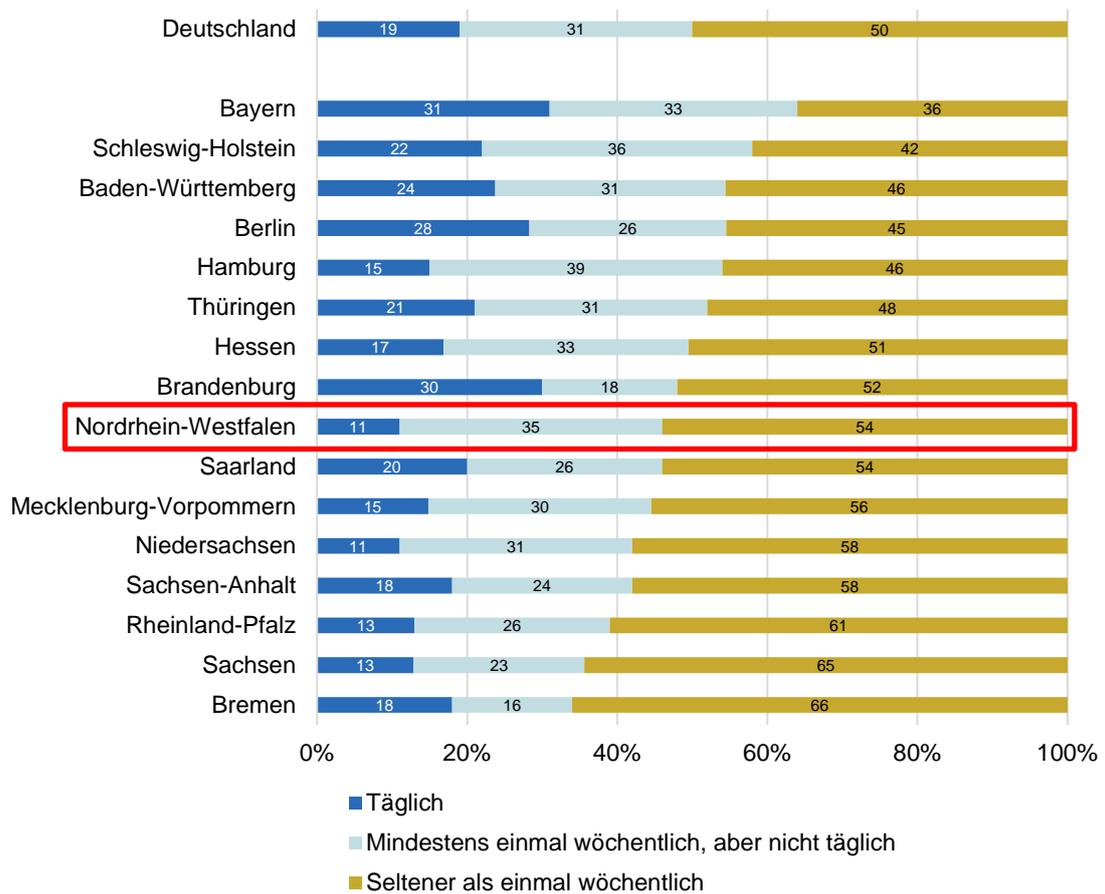
Tab. 9-11: Digitalisierungsindex NRW nach Regionen

Wirtschaftsregion	Indexwert
Region Köln/Bonn	4,48
Ostwestfalen-Lippe	4,31
Region Düsseldorf	4,29
Niederrhein	4,26
Münsterland	4,23
Südwestfalen	3,99
Metropole Ruhr	3,98
Region Aachen	3,98
Bergisches Städtedreieck	3,94

Quelle: Fachhochschule des Mittelstands (2017, S. 42).

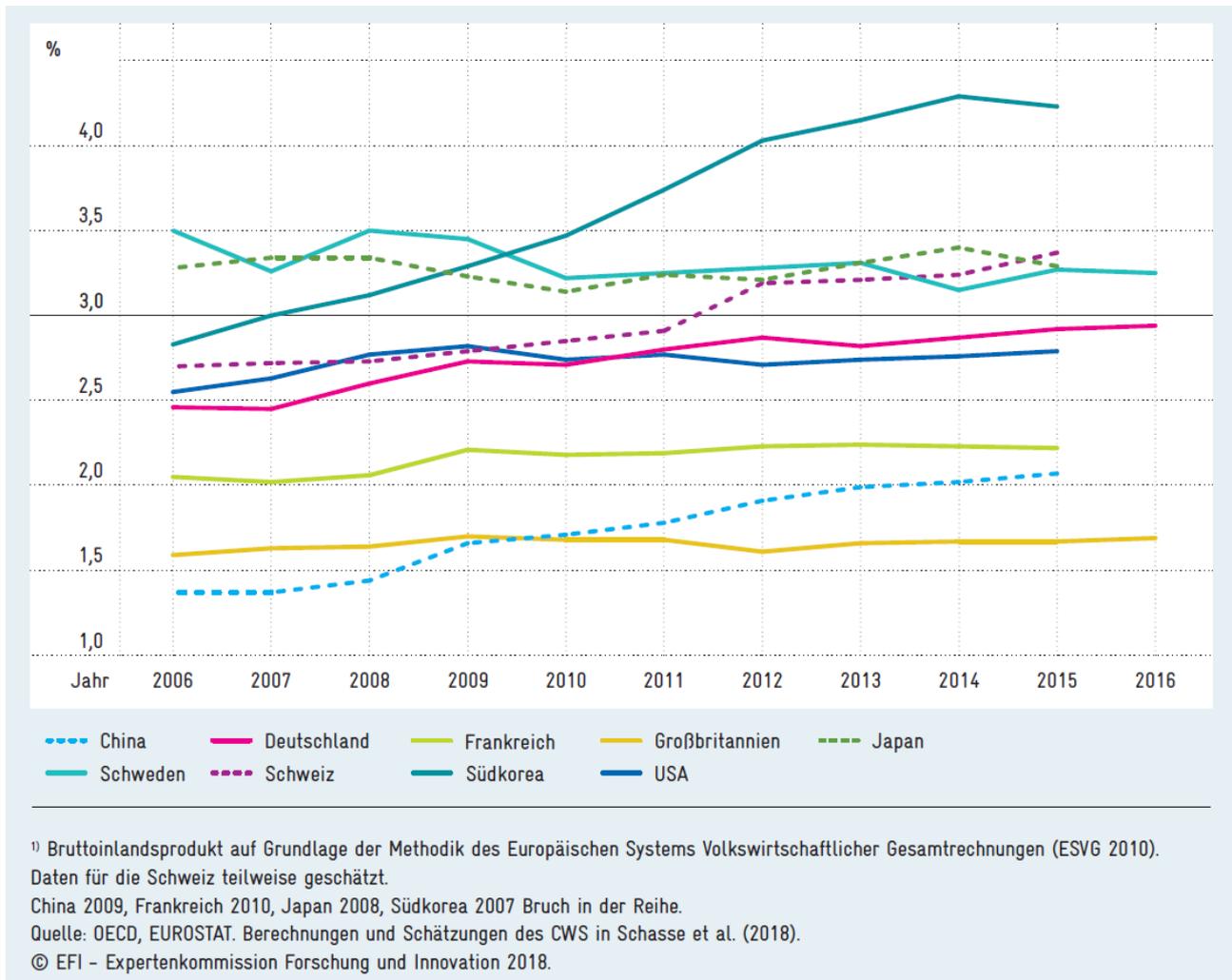
9.2 Abbildungen

Abb. 9-1: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht



Quelle: Deutsche Telekom Stiftung (2017).

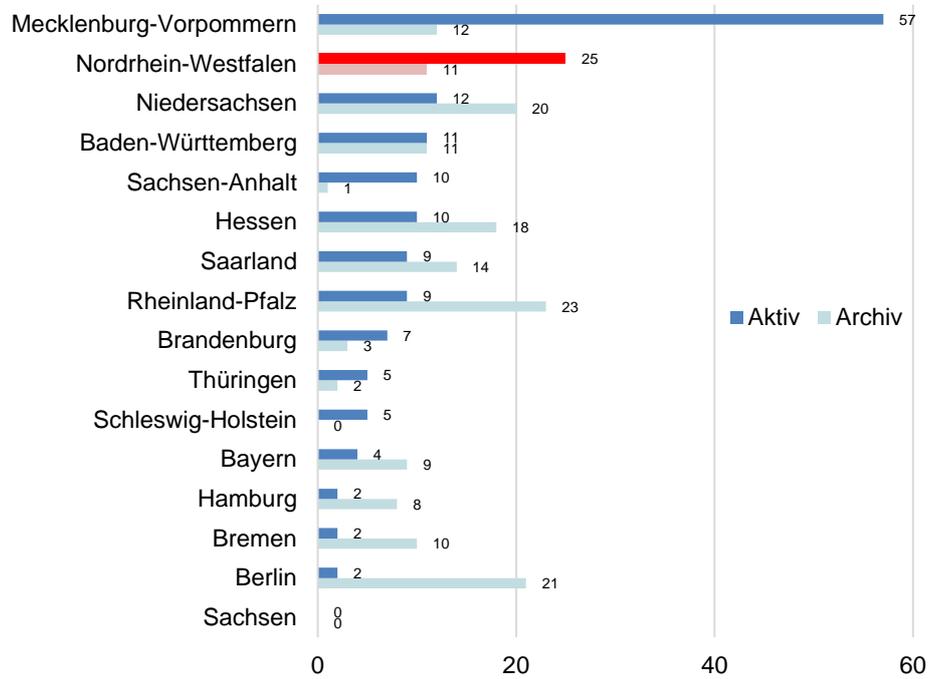
Abb. 9-2: FuE-Intensität im internationalen Vergleich, 2006-2016



Quelle: EFI (2018).

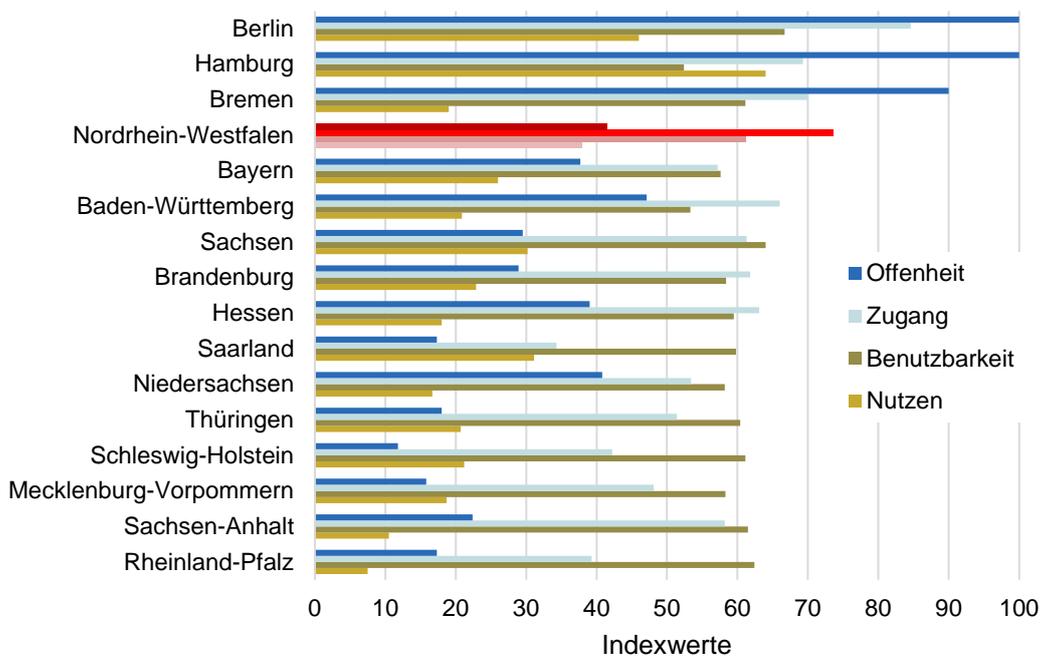
Anmerkung: Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung einer Volkswirtschaft am Bruttoinlandsprodukt (BIP).

Abb. 9-3: E-Government-Projekte nach Bundesländern



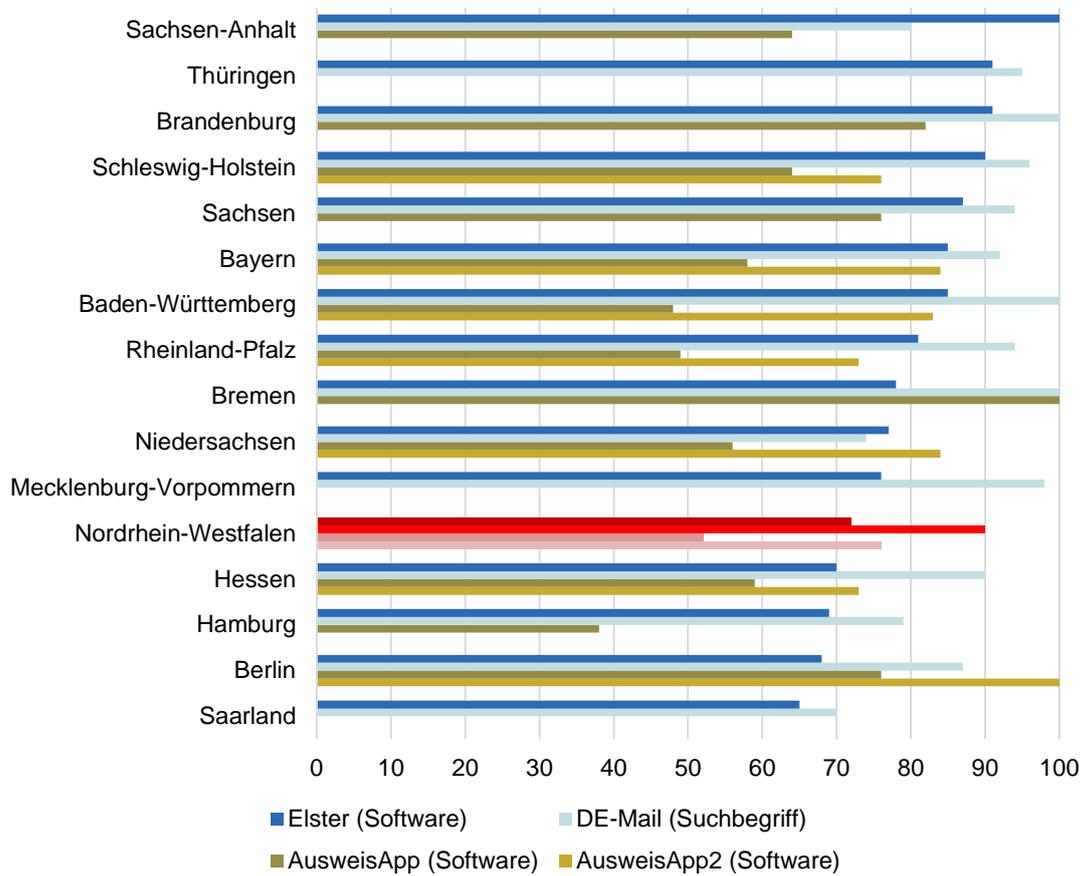
Quelle: IT-Planungsrat, 2018, Berechnungen des ZEW. Aktive Projekte befinden sich noch innerhalb der Projektlaufzeit, während unter „Archiv“ bereits abgeschlossene Aktivitäten aufgeführt sind. Stand: 19.02.2018.

Abb. 9-4: Index Digitale Kommune nach Einzelindikatoren und Bundesländern



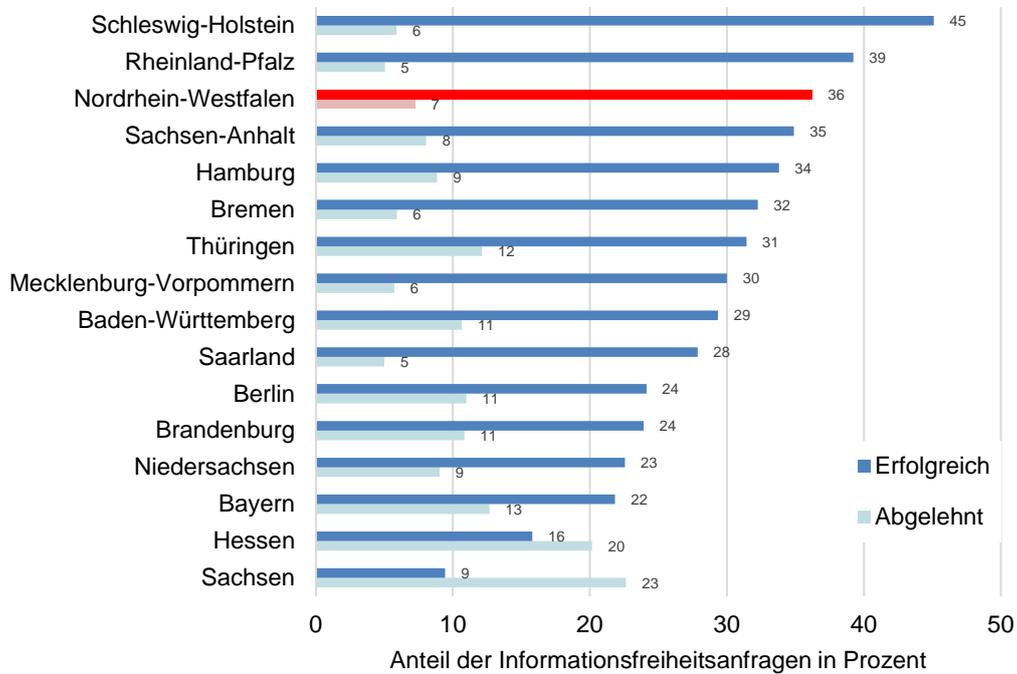
Quelle: Opiela et al. (2017), Berechnungen des ZEW. Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2016.

Abb. 9-5: Index des relativen Suchvolumens auf Google nach den Begriffen und Bundesländern



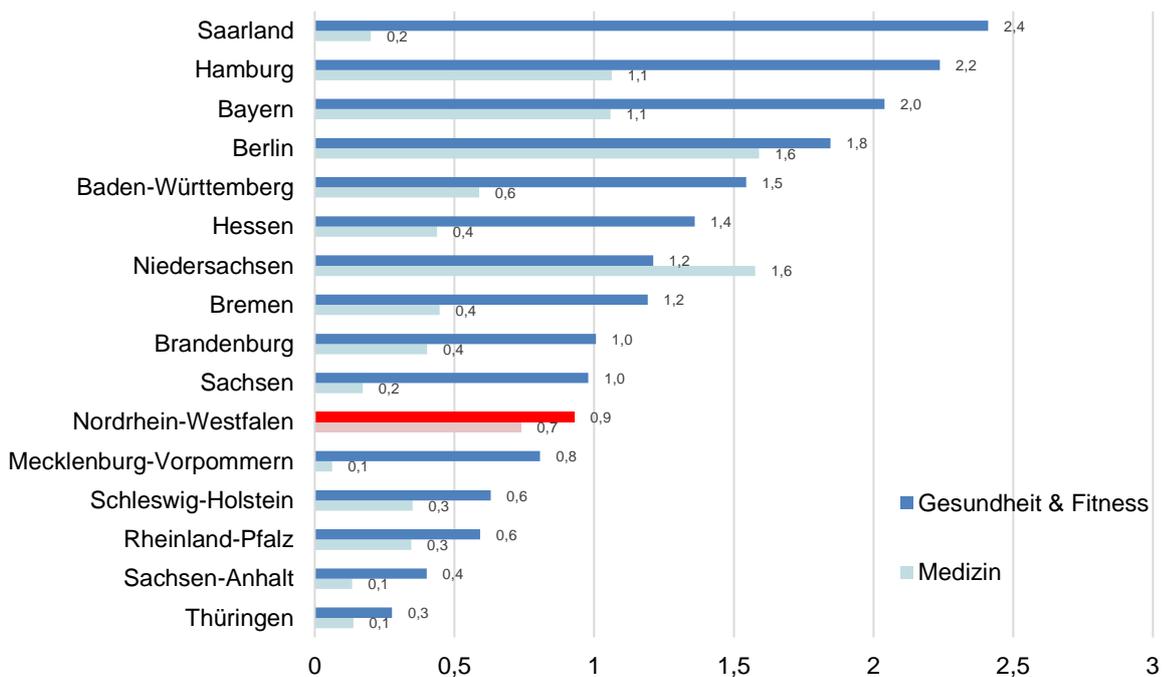
Quelle: Google Trends, 2018, Berechnungen des ZEW. Die Werte beziehen sich auf die letzten 5 Jahre. Stand: 19.02.2018. Relatives Suchvolumen meint den Anteil des Suchvolumens nach dem Suchbegriff am gesamten Suchvolumen im Bundesland relativ zum führenden Bundesland.

Abb. 9-6: Informationsfreiheitsanfragen nach Status und Bundesländern



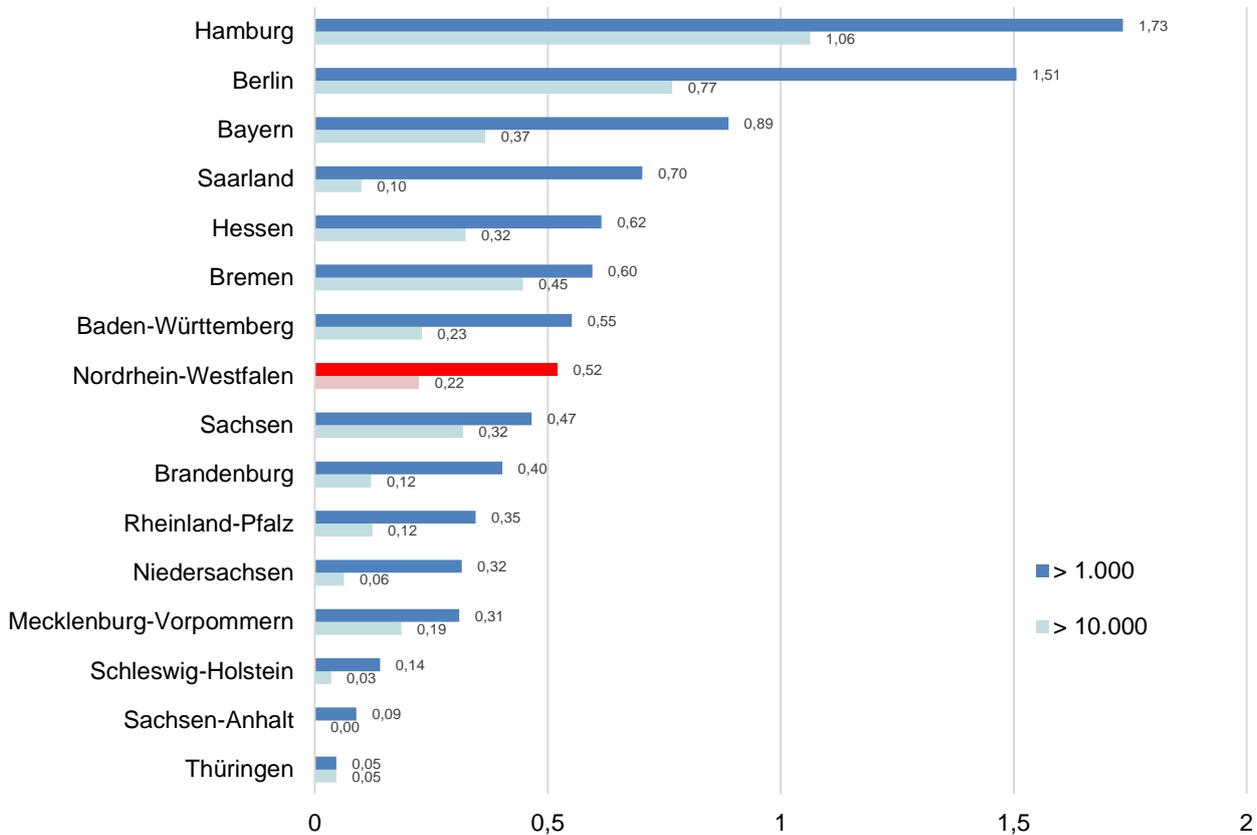
Quelle: FragdenStaat.de, Open Knowledge Foundation Deutschland e.V., 2018, Berechnungen des ZEW. Stand: 20.02.2018.

Abb. 9-7: Anzahl der Apps nach Kategorien Gesundheit & Fitness und Medizin



Quelle: Google Play Store, 2016, Berechnungen des ZEW. Alle Angaben sind pro 100.000 Einwohner.

Abb. 9-8: Anzahl der Apps über 1.000 und über 10.000 Installationen



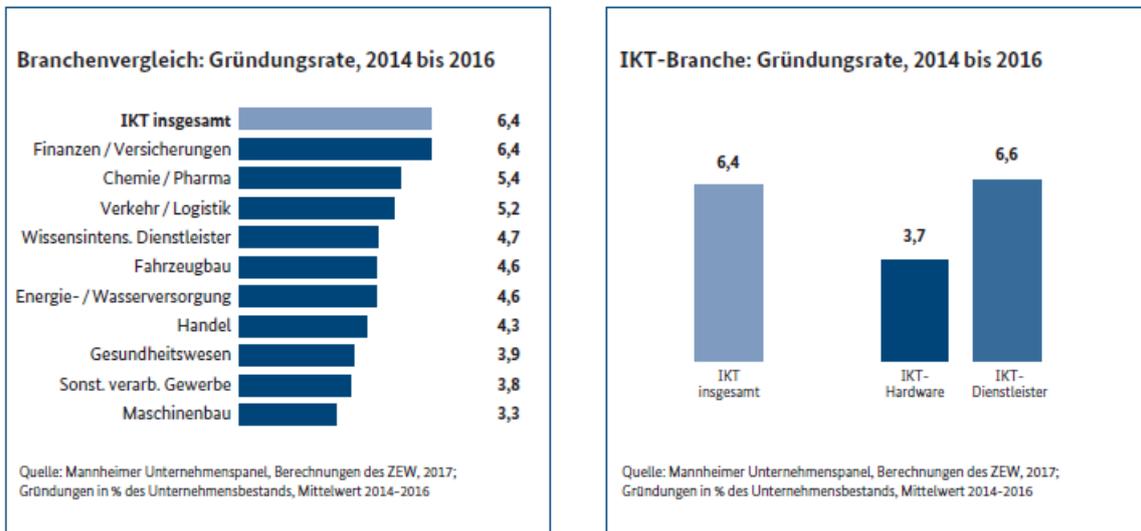
Quelle: Google Play Store, 2016, Berechnungen des ZEW. Alle Angaben sind pro 100.000 Einwohner.

Abb. 9-9: Anteile der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Branchen in NRW im Jahr 2016



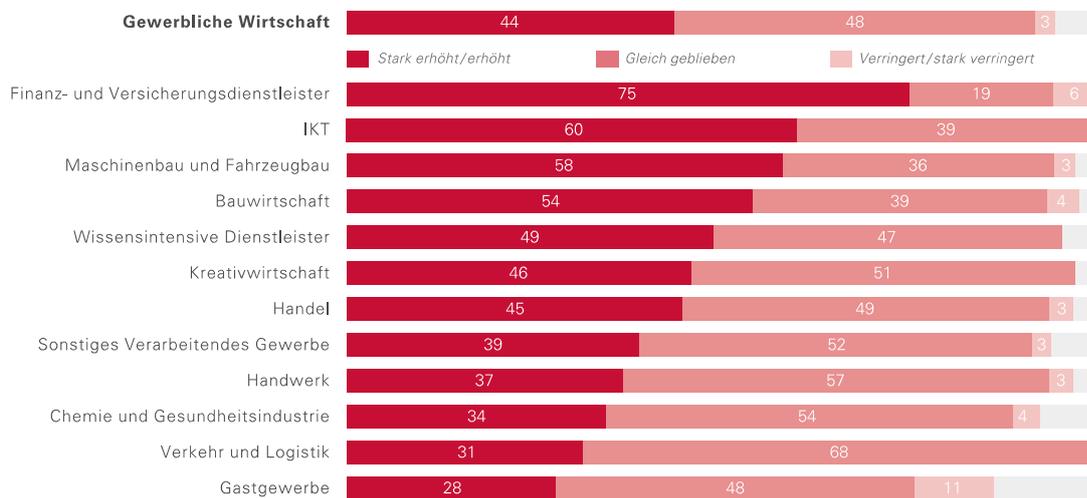
Quelle: IT.NRW (2017), Unternehmensregister, eigene Berechnungen des ZEW.

Abb. 9-10: Gründungsraten (Anzahl Gründungen als Anteil am Unternehmensbestand) auf Bundesebene, Mittelwert 2014-2016



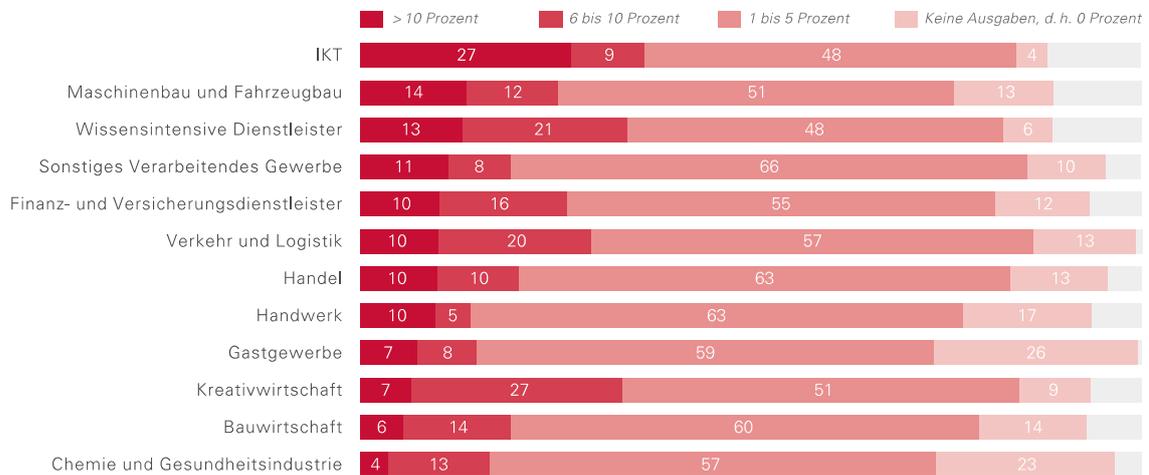
Quelle: Graumann et al. (2017, S. 111).

Abb. 9-11: Veränderung der Gefährdung durch Cyberangriffe in Unternehmen in Baden-Württemberg in den letzten 3 Jahren, 2017



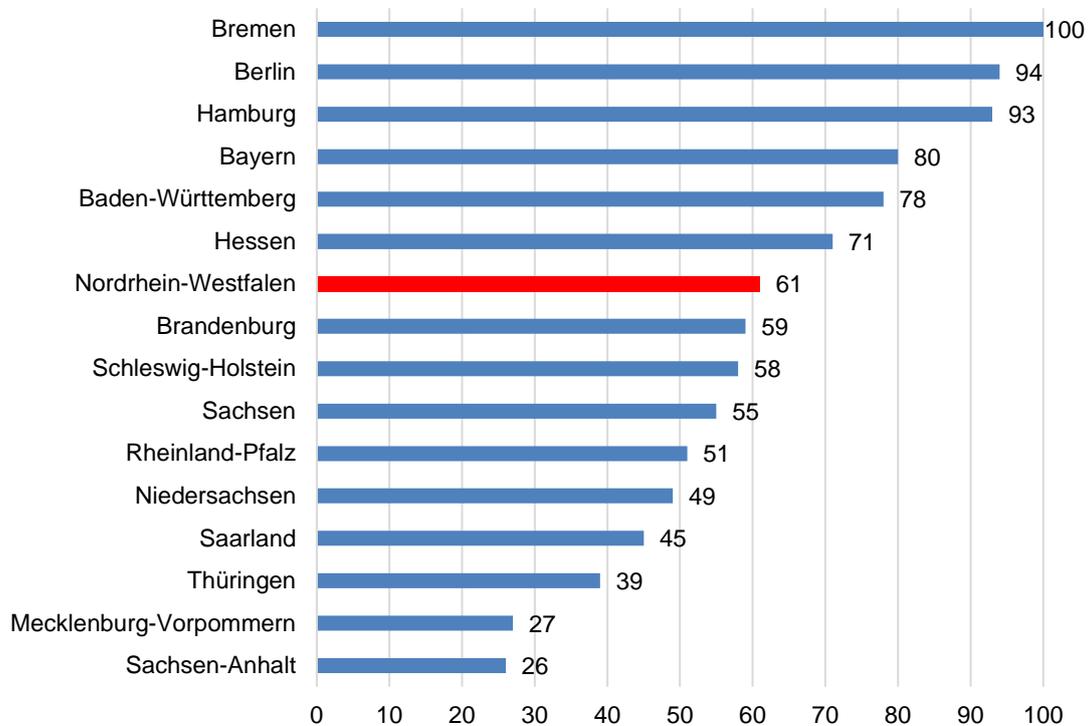
Quelle: Kantar TNS, repräsentative Unternehmensbefragung: „Wirtschaftsindex DIGITAL 2017 Baden-Württemberg“, n = 1.145
 Angaben in Prozent auf die Frage: „Wie hat sich die Gefährdung durch Cyberangriffe für Ihr Unternehmen in den letzten 3 Jahren verändert?“ Fehlende Angaben zu 100%: weiß nicht/keine Angabe; Rundungsdifferenzen möglich

Abb. 9-12: Anteil für IT-Sicherheit am IT-Budget in Unternehmen in Baden-Württemberg – Bezugsjahr 2017



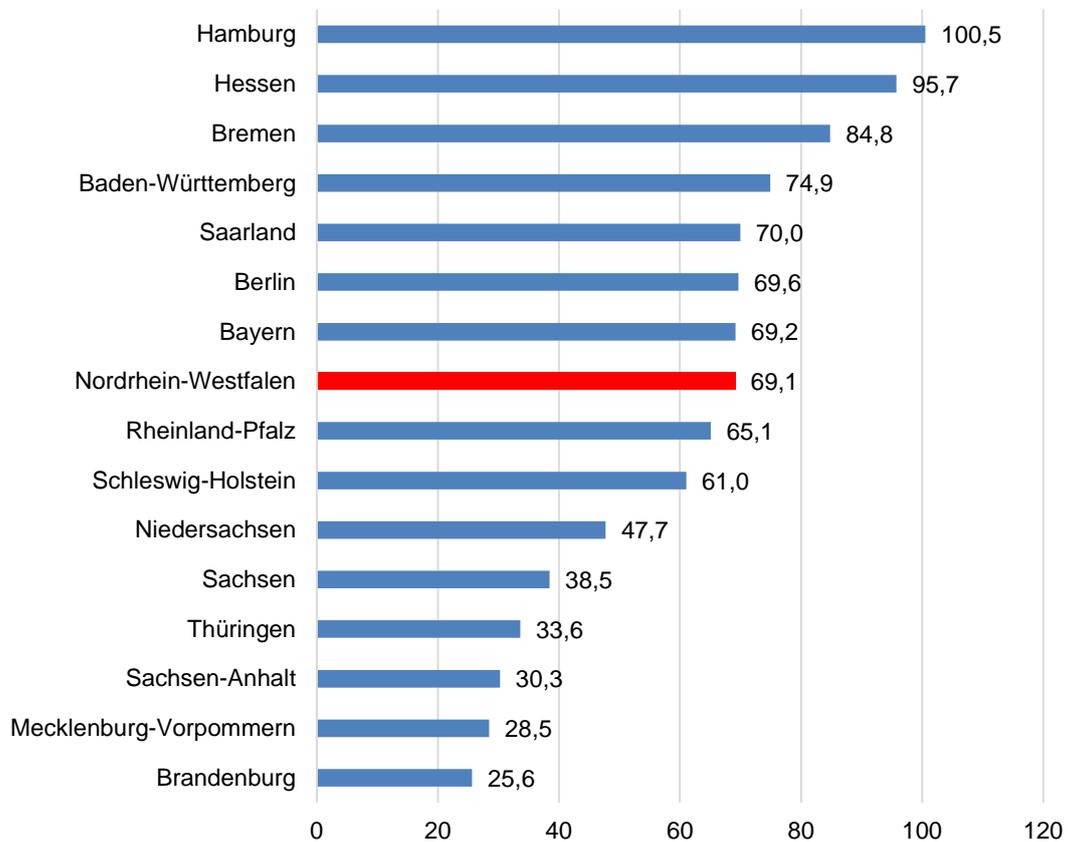
Quelle: Kantar TNS, repräsentative Unternehmensbefragung: „Wirtschaftsindex DIGITAL 2017 Baden-Württemberg“, n = 1.145
 Angaben in Prozent auf die Frage: „Wie hoch ist im laufenden Jahr der Anteil für IT-Sicherheit am IT-Budget in Ihrem Unternehmen?“
 Fehlende Angaben zu 100 %: weiß nicht/keine Angabe; Rundungsdifferenzen möglich

Abb. 9-13: Index des relativen Suchvolumens auf Google nach dem Begriff „Meltdown“ nach Bundesländern



Quelle: Google Trends, 2018, Berechnungen des ZEW. Stand: 12.02.2018. Die Werte beziehen sich auf den Zeitraum vom 11.12.2017 bis 12.02.2018. Relatives Suchvolumen meint den Anteil des Suchvolumens nach dem Suchbegriff am gesamten Suchvolumen im Bundesland relativ zum führenden Bundesland.

Abb. 9-14: Anzahl der Unternehmen, die IT-Sicherheitsberatung anbieten (pro 100.000 Unternehmen) nach Bundesländern



Quelle: www.wlw.de. Stand: 15.02.2018. Berechnungen des ZEW. Insgesamt bieten 2279 Unternehmen aus Deutschland IT-Sicherheitsberatung an.

10 Literaturverzeichnis

- acatech und Körber Stiftung (2015), MINT-Nachwuchsbarometer 2015 – Fokusthema: Berufliche Ausbildung.
- ACEA (2018), New Passenger Car Registrations by Alternative Fuel Type in the European Union - Quarter 4 2017, abrufbar unter: <http://www.acea.be/press-releases/article/alternative-fuel-vehicle-registrations-35.1-in-fourth-quarter-39.7-in-2017>.
- ACEA (2017), New Passenger Car Registrations by Alternative Fuel Type in the European Union - Quarter 1 2017, abrufbar unter: <http://www.acea.be/press-releases/article/alternative-fuel-vehicle-registrations-37.6-in-first-quarter-of-2017/>.
- Anger, C., Berger, S., Orth, A. K. und A. Plünnecke (2017), Bildungsmonitor 2017: Eine Bildungsagenda für mehr Wachstum und Gerechtigkeit, Studie im Auftrag der Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft (INSM), abrufbar unter: http://www.insm-bildungsmonitor.de/pdf/Forschungsbericht_BM_Langfassung.pdf.
- Arnold, D., Arntz, M., Gregory, T., Steffes, S. und U. Zierahn (2016), Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt, ZEW policy brief 16-08, Mannheim.
- Arntz, M., Gregory, T. und U. Zierahn (2016), The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, Paris.
- BA (2017), Blickpunkt Arbeitsmarkt – Fachkräfteengpassanalyse Dezember 2017, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.
- BA (2016), Der Arbeitsmarkt in Deutschland – MINT-Berufe, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.
- BDEW (2017), Hochlauf der Elektromobilität in Deutschland bis 2020. Stellungnahme, Berlin. Abrufbar unter: <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/elektromobilitaet-deutschland-bis-2020/>.
- Bersch, J., Berger, M und S. Wagner (2018), Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2016, Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdynamik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich, Wagniskapital-Investitionen in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.
- Bersch, J., Egelin, J. und G. Licht (2016), Finanzierungsökosystem Baden-Württemberg: Analyse der Angebotsseite, L-Bank, Staatsbank für Baden-Württemberg, Mannheim.
- Bertelsmann Stiftung (2016), Deutscher Weiterbildungsatlas - Teilnahme und Angebot in Kreisen und kreisfreien Städten.

- Bertschek, I., Erdsiek, D., Kesler, R., Niebel, T. und F. Rasel (2017), Metastudie: Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung in Baden-Württemberg, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg; Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg; Staatsministerium Baden-Württemberg, Mannheim.
- Bertschek, I., Briglauer, W., Hüschelrath, K., Krämer, J., Frübing, S., Kesler, R. und M. Saam (2016a), Metastudie zum Fachdialog Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft ("Metastudie"). Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Bonn/Berlin, abrufbar unter: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Metastudie_DigitaleWirtschaft_2016.pdf.
- Bertschek, I., Briglauer, W., Hüschelrath, K., Kauf, B. und T. Niebel (2016b), The Economic Impacts of Broadband Internet: A Survey. Review of Network Economics 14 (4), 201-227.
- Bertschek, I., Briglauer, W., Fuest, C., Kesler, R., Ohnemus, J. und C. Rammer (2016c), Innovationspolitik in Deutschland: Maßnahmen für mehr Innovationen im Zeitalter der Digitalisierung, Studie im Auftrag von SAP, abrufbar unter: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/ZEW_SAP2016.pdf.
- Bitkom (2015), Digitalisierung in der Medizin und Pharmabranche, abrufbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2015/11-November/Bitkom-Presssekonzferenz-Digitalisierung-in-der-Medizin-und-Pharmabranche-05-11-2015-Praesentation-final.pdf>.
- Bitkom und Bayerische TelemedAllianz (2017), Gesundheit 4.0, abrufbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2017/03-Maerz/Verbraucherstudie-Telemedizin-2017-170327.pdf>.
- Bitkom und Fraunhofer ISI (2012), Gesamtwirtschaftliche Potenziale intelligenter Netze in Deutschland, abrufbar unter: http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3938366.pdf.
- BMBF (2015), Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2014: Ergebnisse der Adult Education Survey - AES Trendbericht, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2016), Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 – Hauptband, abrufbar unter: https://www.bmbf.de/pub/Bufi_2016_Hauptband.pdf.
- BMBF (2017), Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2016: Ergebnisse der Adult Education Survey - AES Trendbericht, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMVI (2017), Bericht zum Breitbandatlas Mitte 2017 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) - Teil 1: Ergebnisse, abrufbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2017-ergebnisse.html>.
- BMWi (2017), Gesundheitswirtschaft – Fakten & Zahlen Ausgabe 2016, abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gesundheitswirtschaft-fakten-zahlen-2016.html>.

- Bos, W., Lorenz, R., Endberg, M., Eickelmann, B., Kammerl, R. und S. Welling (Hrsg.) (2016), Schule digital – Der Länderindikator 2016: Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich, Münster: Waxmann.
- Brauns, H. J. und W. Loos (2015), Telemedizin in Deutschland: Stand - Hemmnisse - Perspektiven, Bundesgesundheitsblatt 58, 1068–1073.
- Brynjolfsson, E. und A. McAfee (2014), The Second Machine Age, New York: W. W. Norton and Company.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2016), Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2016, abrufbar unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2017), Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2017, abrufbar unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2018), Ergebnisse der Cyber-Sicherheits-Umfrage 2017, Allianz für Cyber-Sicherheit / BSI, abrufbar unter: https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/Micro/UmfrageCS/2017/UmfrageCS_S1.html.
- Bundesverband CarSharing (2012), Positionspapier Elektromobilität und CarSharing, abrufbar unter: http://carsharing.info/images/stories/pdf_dateien/bcs_positionspapier_elektromobilitaet_und_carsharing_final.pdf.
- Bürmann, C., Mensing, M., Classen, T., Hornberg, C. und C. Terschüren (2013), Specific Health Status Has an Impact on the Willingness to Use Telemonitoring: Data from a 2009 Health Survey in North Rhine-Westphalia, Germany, Telemedicine and e-Health, 19(9), 692-698.
- Cardona, M., Kretschmer, T. und T. Strobel (2013), ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature. Information Economics and Policy, 25(3), 109-125.
- CHARISMHA (2016), Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps. Studie gefördert durch das Bundesministerium für Gesundheit, Medizinische Hochschule Hannover, abrufbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/A/App-Studie/CHARISMHA_gesamt_V.01.3-20160424.pdf.
- Cisco (2017), The Zettabyte Era: Trends and Analysis. June 2017, abrufbar unter: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>.
- Commerzbank (2018), Unternehmerperspektiven 2018 - Rohstoff des 21. Jahrhunderts: Big Data, Smart Data – Lost Data? - Regionale Studienergebnisse Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: https://www.unternehmerperspektiven.de/portal/media/unternehmerperspektiven/up-studien/up-studienergebnisse/up-regionala-studienergebnisse/2018-2/UP18_NRW.pdf.

- Deutsche Telekom Stiftung (2017), Schule digital - Der Länderindikator 2017, abrufbar unter: https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/media/publications/Schule_Digital_2017__Web.pdf.
- Deutschland sicher im Netz (2016), DsiN-Sicherheitsindex 2016, abrufbar unter: <https://www.sicher-im-netz.de/downloads/dsin-sicherheitsindex-2016/>.
- EFI (2018), Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Expertenkommission Forschung und Innovation, abrufbar unter: https://www.e-fi.de/fileadmin/Inhaltskapitel_2018/EFI_Gutachten_2018.pdf.
- EFI (2017), Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Expertenkommission Forschung und Innovation, abrufbar unter: http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2017/EFI_Gutachten_2017.pdf.
- Europäische Kommission (2017), Broadband Coverage in Europe 2016: Mapping Progress Towards the Coverage Objectives of the Digital Agenda, abrufbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=47090.
- Europäische Kommission (2017a), DESI 2017, abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-desi-2017>.
- Europäische Kommission (2017b), eGovernment Benchmark, abrufbar unter: <https://www.capgemini.com/consulting/wp-content/uploads/sites/30/2017/11/2017-egovernment-benchmark-insight1.pdf>.
- Europäische Kommission (2017c), Europeans' Attitudes Towards Cyber Security - Special Eurobarometer 464a - Wave EB87.4, abrufbar unter: <http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/SPECIAL/surveyKy/2171>.
- Eurostat (2018), Digitale Wirtschaft und Gesellschaft, abrufbar unter: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/overview>.
- Fachhochschule des Mittelstands (FHM) (2017), Studie Digitalisierungsindex bei KMU in NRW, Ergebnisse des Digitalisierungsstands in den Branchen Industrie, Handwerk und industriennahe Leistungen, Studie im Auftrag des Ministerium für Wirtschaft, Energie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: www.fh-mittelstand.de/fileadmin/pdf/Projekte/FHM_Digitalisierungsindex_NRW_Digital.pdf.
- Gerpott, T. J. (2017), Breitbandsubventionen des Bundes 2015 bis 2017 – eine Analyse der Förderzusagen, ifo Schnelldienst 20, 2017, 70. Jg, 16-22.
- Gottschalk, S., Egel, J., Herrmann, F., Hupperts, S., Reuss, K., Köhler, M., Bersch, J. und S. Wagner (2016), Evaluation des Förderprogramms "INVEST – Zuschuss für Wagniskapital", Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Mannheim.
- Graumann, S., Bertschek, I., Weber, T., Ebert, M., Weinzierl, M., Ohnemus, J., Rammer, C., Niebel, T., Schulte, P. und J. Bersch (2017), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.

- Graumann, S., Bertschek, I., Weber, T., Ohnemus, J. und D. Erdsiek (2018), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL: Baden-Württemberg, Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, abrufbar unter: <https://www.tns-infratest.com/WissensForum/studien/pdf/bmwi/kantar-tns-mrwd-bawue-2017-lang.pdf>.
- Graumann, S., Bertschek, I., Weber, T., Ebert, M., Ettner, K., Speich, A., Weinzierl, M., Ohnemus, J., Niebel, T., Rammer, C., Rasel, F. und P. Schulte (2016), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Gute Schule 2020 (2016), Gesetz zur Stärkung der Schulinfrastruktur in Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: http://m.mik.nrw.de/fileadmin/user_upload/Redakteure/Dokumente/Themen_und_Aufgaben/Kommunales/Gute_Schule_2020/2016-12-14_GE-Beschluss.pdf.
- Helmrich, R., Tiemann, M., Troltsch, K., Lukowski, F., Neuber-Pohl, C., Lewalder, A. C. und B. Güntürk-Kuhl (2016), Digitalisierung der Arbeitslandschaften: Keine Polarisierung der Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel, Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn.
- Henseler-Unger, I. (2017), Hochleistungsfähige Kommunikationsnetze: Wer investiert?, Wirtschaftsdienst, Sonderheft, 28-33.
- Initiative D21 (2014), Medienbildung an deutschen Schulen - Handlungsempfehlungen für die digitale Gesellschaft, abrufbar unter: https://initiated21.de/app/uploads/2017/01/141106_medienbildung_onlinefassung_komprimiert.pdf.
- Initiative D21 (2017), eGovernment Monitor 2017: Nutzung und Akzeptanz digitaler Verwaltungsangebote – Deutschland, Österreich und Schweiz im Vergleich, abrufbar unter: http://www.egovernment-monitor.de/fileadmin/uploads/Studien/eGovMon2017_RZ_FINAL_WEB.pdf.
- Initiative D21 (2018), D21-Digital-Index 2017 / 2018, abrufbar unter: <https://initiated21.de/publikationen/d21-digital-index-2017-2018/>.
- IW (2015), Patentanmeldungen je 100.000 Einwohner, abrufbar unter: <https://www.deutschlandinzahlen.de/tab/bundeslaender/wissenschaft-forschung/patente/patentanmeldungen-je-100000-einwohner>.
- IT.NRW (2017), Die Industrie in Nordrhein-Westfalen: Homogener Wirtschaftssektor oder heterogenes Konglomerat?, Statistik kompakt 10/2017.
- IT.NRW (2016), Hochschulen in Nordrhein-Westfalen: Ergebnisse der Hochschulstatistik – Ausgabe 2016. Information und Technik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- IW (2015), Patentanmeldungen je 100.000 Einwohner, abrufbar unter: <https://www.deutschlandinzahlen.de/tab/bundeslaender/wissenschaft-forschung/patente/patentanmeldungen-je-100000-einwohner>.
- IW (2017a), MINT-Herbstreport 2017 - MINT und Digitalisierung - Herausforderungen in Deutschland meistern, Institut der deutschen Wirtschaft.

- IW (2017b), MINT-Frühjahrsreport 2017 - MINT-Bildung: Wachstum für die Wirtschaft, Chancen für den Einzelnen, Institut der deutschen Wirtschaft.
- IW Consult (2017), Digitale Wirtschaft Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter: https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/digitale-wirtschaft-nrw_endbericht__0.pdf.
- KMK (2016), Bildung in der digitalen Welt, Kultusministerkonferenz, abrufbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf.
- KMK (2012), Medienbildung in der Schule, Kultusministerkonferenz, abrufbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_03_08_Medienbildung.pdf.
- Kollmann, T. (2016). E-Business. Grundlagen elektronischer Geschäftsprozesse in der Digitalen Wirtschaft, 6. Auflage, Wiesbaden.
- Komm, mach MINT (2010a), AnfängerInnen nach Studienbereich und Bundesland 2010, abrufbar unter: <http://www.komm-mach-mint.de/content/download/8419/82817/version/2/file/AnfaengerInnen-nach-Studienbereich-und-Bundesland-2010.pdf>.
- Komm, mach MINT (2010b), AbsolventInnen nach Abschlussart und Bundesland 2010, abrufbar unter: <http://www.komm-mach-mint.de/content/download/8418/82812/version/2/file/AbsolventInnen-nach-Abschlussart-und-Bundesland-2010.pdf>.
- Komm, mach MINT (2015), Studienanfängerinnen und Studienanfänger sowie Absolventinnen und Absolventen nach Bundesländern im Studien- und Prüfungsjahr 2015, abrufbar unter: <http://www.komm-mach-mint.de/content/download/20825/196137/version/13/file/2015-MINT-Studium-Uebersicht-Bundeslaender.pdf>.
- Komm, mach MINT (2016), Studienanfängerinnen und Studienanfänger sowie Absolventinnen und Absolventen nach Bundesländern im Studien- und Prüfungsjahr 2015, abrufbar unter: <https://www.komm-mach-mint.de/Service/Daten-Fakten/2015/Studium-Bundeslaender-2015>.
- Körper-Stiftung (2017), MINT-Regionen in Deutschland: Regionale Netzwerke für die MINT-Bildung.
- Landesregierung NRW (2016), NRW 4.0: Lernen im Digitalen Wandel - Unser Leitbild 2020 für Bildung in Zeiten der Digitalisierung.
- Landesregierung NRW (2017), Forschungsinfrastrukturen - Gesucht: Umsetzungsorientierte Forschungseinrichtungen und Kompetenzzentren.
- Leisering, B., und K. Rolff (2012), Was bindet junge Akademiker an Arbeitsplätze in der Region? Ergebnisse einer Online-Umfrage bei MINT-Studierenden in NRW, Forschung Aktuell, No. 03/2012.

- Lorenz, R., Bos, W., Endberg, M., Eickelmann, B., Grafe, S. und J. Vahrenhold (Hrsg.) (2017), Schule digital - der Länderindikator 2017: Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und Trends von 2015 bis 2017, Münster: Waxmann.
- Medienberatung NRW (2008), Lern-IT NRW: Eine Orientierungshilfe für Schulen, Schulträger, Kompetenzteams und IT-Dienstleister, abrufbar unter: <http://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung-NRW/Lern-IT/Dokumente/Lern-IT-NRW.pdf>.
- Medienberatung NRW (2017), Pressemitteilung: Aktuelle Informationen zu LOGINEO NRW, abrufbar unter: http://www.logineo.schulministerium.nrw.de/_LOGINEO-NRW/Pressemitteilungen/Pressemeldung_LOGINEO_NRW_Okt_2017.pdf.
- Nationale Plattform Elektromobilität (2016), Wegweiser Elektromobilität: Handlungsempfehlungen der Nationalen Plattform Elektromobilität, abrufbar unter: <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/die-npe/publikationen/>.
- Nationale Plattform Elektromobilität (2015), Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland Statusbericht und Handlungsempfehlungen 2015, abrufbar unter: <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/die-npe/publikationen/>.
- Nölke, L., Mensing, M., Krämer, A. und C. Hornberg (2015), Sociodemographic and Health-(Care-) Related Characteristics of Online Health Information Seekers: A Cross-Sectional German Study, BMC Public Health, 15(1), 15-31.
- Normenkontrollrat (2017), Bürokratieabbau. Bessere Rechtsetzung. Digitalisierung. Erfolge ausbauen – Rückstand aufholen, Jahresbericht 2017, abrufbar unter: https://www.normenkontrollrat.bund.de/Webs/NKR/Content/DE/Publikationen/Jahresberichte/2017-07-12-nkr-jahresbericht-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=5.
- NRW (2017), Koalitionsvertrag NRW 2017-2022, abrufbar unter: https://www.fdp.nrw/sites/default/files/2017-06/Vertrag%20NRW-Koalition%202017_4.pdf.
- Opiela, N., Tiemann, J., Gumz, J. D., Goldacker, G., Bieker, L. und M. Weber (2017), Deutschland-Index der Digitalisierung 2017, ÖFIT-Whitepaper, Berlin: Kompetenzzentrum Öffentliche IT, abrufbar unter: <http://www.oeffentliche-it.de/digitalindex/>.
- PwC (2017), Vertrauen in den „Robo-Doktor“ - Wie künstliche Intelligenz und Robotik die Medizin verändern, abrufbar unter: <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/ki-robotics-healthcare-interaktiv.pdf>.
- RWI (2016), Ländervergleich Nordrhein-Westfalen – Indikatoren der industriellen Entwicklung, Forschungsbericht im Auftrag der FDP-Landtagsfraktion Nordrhein-Westfalen.
- Saam, M., Viète, S. und S. Schiel (2016), Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen, Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe, KfW Bankengruppe, Frankfurt.

- Schulgesetz für das Land NRW (2005), abrufbar unter: <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/Schulgesetz/Schulgesetz.pdf>.
- Statistische Ämter der Länder (2017), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder, Gesamtwirtschaftliche Ergebnisse im Bundesvergleich, Ausgabe 2017.
- Statistisches Bundesamt (2015a), Interne Ausgaben für Forschung und Entwicklung 2015 nach Bundesländern und Sektoren in Millionen Euro, abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/FuEAusgabenBundeslaenderSektoren.html>.
- Statistisches Bundesamt (2015b), Personal für Forschung und Entwicklung 2015 nach Bundesländern und Sektoren - Vollzeitäquivalent, abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/FuEPersonalBundeslaenderSektoren.html>.
- Statistisches Bundesamt (2017), Bildungsfinanzbericht 2017, abrufbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/BildungKulturFinanzen/Bildungsfinanzbericht1023206177004.pdf?__blob=publicationFile.
- Strategy& und PwC (2017), Effizienzpotentiale durch eHealth: Studie im Auftrag des Bundesverbands Gesundheits-IT – bvitg e.V. und der CompuGroup Medical SE, abrufbar unter: <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Effizienzpotentiale-durch-eHealth.pdf>.
- Strategy& und PwC (2016), Weiterentwicklung der eHealth-Strategie: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, abrufbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/E/eHealth/BMG-Weiterentwicklung_der_eHealth-Strategie-Abschlussfassung.pdf.
- Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (2017), arendi Zahlenwerk 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2015.
- Stiftung Gesundheit (2016), Ärzte im Zukunftsmarkt Gesundheit 2016: Digitalisierung des Arztberufs, abrufbar unter: https://www.stiftung-gesundheit.de/pdf/studien/Aerzte_im_Zukunftsmarkt_Gesundheit_2016.pdf.
- Stiftung Gesundheit (2015), Ärzte im Zukunftsmarkt Gesundheit 2015: Die eHealth-Studie. Die Digitalisierung der ambulanten Medizin, abrufbar unter: https://www.stiftung-gesundheit.de/pdf/studien/Aerzte_im_Zukunftsmarkt_Gesundheit-2015_eHealth-Studie.pdf.
- Techniker Krankenkasse (2016), #SmartHealth – Wie smart ist Deutschland?, abrufbar unter: <https://www.tk.de/centaurus/servlet/contentblob/914416/Datei/3604/TK-Pressemappe-SmartHealth-2016-Praesentation-Klaus-Rupp.pdf>.
- UN (2016), E-Government Survey 2016 – E-Government in Support of Sustainable Development, abrufbar unter: <http://workspace.unpan.org/sites/Internet/Documents/UN-PAN96407.pdf>.

- WifOR und BASYS (2016), Regionalisierung der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung - Ergebnisbericht Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/regionalisierung-der-gesundheitswirtschaftlichen-gesamtrechnung.html>.
- WIK-Consult (2017), Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete, Studie für den DIHK, abrufbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/2017_DIHK_Studie.pdf.
- WIK (2018), Aktuelle Lage der IT-Sicherheit in KMU - Kurzfassung der Ergebnisse der Repräsentativbefragung, abrufbar unter <http://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de/IT-Sicherheit/Navigation/meldungen,did=816530.html>.
- zdi (2016), Vertiefte Berufs- und Studienorientierung im MINT-Bereich: Das zdi-BSO-MINT Programm, Zukunft durch Innovation.NRW, abrufbar unter: http://www.zdi-portal.de/wp-content/uploads/2013/02/zdi_Broschuere_BSO_RZ_web.pdf.
- zdi (2017), zdi - Übersicht, Zukunft durch Innovation.NRW, abrufbar unter: http://www.zdi-portal.de/wp-content/uploads/2017/08/2017-08_zdi-%C3%9Cbersicht-kurz-web.pdf.